



**U CATÓLICA**  
de Colombia

**EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN AMBALEMA  
TOLIMA**

**Juan Manuel Arguelles Sáenz**

**Universidad Católica de Colombia.**

**Facultad de Diseño**

**Maestría en Diseño Sostenible**

**Bogotá D.C.**

**2019**

**EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN AMBALEMA  
TOLIMA**

**Juan Manuel Arguelles Sáenz**

**Trabajo de grado, presentado como requisito para obtener el título de maestría en diseño  
sostenible**

**Director temático**

**Arq. Natalia Medina**

**Universidad Católica de Colombia.**

**Facultad de Diseño**

**Maestría en Diseño Sostenible**

**Bogotá D.C.**

**2019**



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bogotá D.C. Julio de 2019**

## **Agradecimiento**

Inmensamente agradecido con Dios, la vida y con todos aquellos seres que me han contribuido en el desarrollo como persona y profesional, agradezco especialmente a mi madre, mi padre q.e.p.d., hermanos, hijos y mi esposa, por la entrega y esfuerzo aportado en esta etapa de mi vida; los logros alcanzados los dedico como respuesta al apoyo incondicional, quiero manifestar la alegría de haber podido tener la posibilidad de contar con el valioso tiempo de mis docentes y expresar que lo entregado por ellos será el soporte del actuar en mi trayectoria profesional, mil gracias.

## Resumen

La caracterización de los factores ambientales, sociales, culturales y físicos que enmarcan dos tipologías de vivienda (colonial e interés social) en el municipio de Ambalema, es el inicio de una investigación que busca determinar el comportamiento térmico de cada una de estas, mediante la utilización de diversos métodos aplicados en la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, que permitan visualizar el escenario de las temperaturas internas frente a los límites aceptables del rango para el confort térmico en ASHRAE 55.

Esta investigación se basa en simulaciones y mediciones en sitio sobre un mismo periodo de tiempo, el cual es determinado como el más cálido en el año, en la caracterización térmica del IDEAM.

Como resultado de estas fases en la investigación, se determinan los modelos de cada tipología que mantienen mayor porcentaje de horas dentro de los límites aceptables del rango de confort térmico del estándar, posteriormente se evalúa que tipología es más eficiente, llevando a destacar las variables como la volumetría, forma, cubierta y materialidad de la envolvente, que de una u otra manera contribuyen positivamente.

Estos resultados encaminan a un análisis de las variables desde diversos escenarios, en busca de optimizar el rendimiento térmico del modelo caso estudio mejor evaluado y llegar de esta manera a lograr un aporte de un modelo de vivienda bioclimática, que responda al contexto ambiental y social y guarde semejanza con la imagen urbana.

## **Palabras clave**

Confort térmico, temperatura operativa ( $T_o$ ), materialidad, envolvente, vivienda colonial, vivienda de interés social (VIS).

## **Abstract**

The characterization of environmental, social, cultural and physical factors that frame two types of housing (colonial and social interest) in the municipality of Ambalema, is the beginning of an investigation that seeks to determine the thermal behavior of each of these, through the use of various methods applied in the collection of quantitative and qualitative data, which allow to visualize the scenario of the internal temperatures in front of the acceptable limits of the range for the thermal comfort of ASHRAE 55.

This research is based on simulations and on-site measurements over the same period of time, which is determined as the warmest in the year, in the thermal characterization of IDEAM.

As a result of these phases in the investigation, the models of each typology that maintain a greater percentage of hours within the acceptable limits of the thermal comfort range of the standard are determined, later it is evaluated which typology is more efficient, leading to highlight the variables as the volume, shape, cover and materiality of the envelope, which in one way or another contribute positively.



These results lead to an analysis of the variables from different scenarios, in order to optimize the thermal performance of the case study model best evaluated and thus achieve a contribution of a bioclimatic housing model, which responds to the environmental and social context and keep similarity with the urban image.

### **Keywords**

Thermal comfort, operating temperature ( $T_o$ ), materiality, envelope, colonial housing, social interest housing (VIS)

## Contenido

Introducción.....	1
1. Información General Del Proyecto .....	3
<b>1.1. Título</b> .....	3
<b>1.2. Problema De Investigación</b> .....	3
<b>1.3. Hipótesis</b> .....	4
2. Justificación.....	6
3. Objetivos .....	8
<b>3.1. Objetivo General</b> .....	8
<b>3.2. Objetivos Específicos.</b> .....	8
4. Marco Contextual .....	10
5. Estado Del Arte .....	13
6. Marco Normativo.....	19
7. Marco Teórico.....	23
<b>7.1. La Vivienda En Colombia.</b> .....	23
<b>7.1.1. Definición De Vivienda.</b> .....	26
<b>7.1.2. Tipología De Vivienda</b> .....	26
<b>7.2. Confort.</b> .....	28
<b>7.2.1. Confort Térmico</b> .....	32
8. Marco metodológico.....	41
<b>8.1. Metodología Empleada</b> .....	41
<b>8.2. Instrumentos de recopilación de datos</b> .....	42
9. Desarrollo.....	43
<b>9.1. Fase 1 – Recolección De Datos</b> .....	43
<b>9.1.1. Demografía.</b> .....	43
<b>9.1.2. Topografía Y Accidentes Geográficos.</b> .....	44
<b>9.1.3. Caracterización Climática De Ambalema.</b> .....	45
<b>9.2. Fase 2 – Selección De Muestra</b> .....	54
<b>9.3. Fase III – Identificación Y Análisis De Las Normatividades Vigentes En Base Al Confort Térmico</b> .....	56
<b>9.3.1. Normativa Local. Acuerdo Municipal.</b> .....	56
<b>9.3.2. Confort Térmico – ASHRAE 55</b> .....	58

9.3.3.	Ventilación Natural - ASHRAE 62.1 .....	59
9.3.4.	Implementación De Medidas Pasivas – Resolución 0549 De 2015 .....	60
9.3.5.	Criterios Ambientales Para El Diseño Y Construcción De Vivienda Urbana – Guía Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. ....	62
9.4.	Fase IV – Identificación Del Comportamiento Térmico De Las Muestras .....	66
9.4.1.	Selección Del Periodo Estudio.....	66
9.4.2.	Obtención Del Límite De Confort Térmico. ....	67
9.4.3.	Definición De Las Características De Las Muestras.....	68
9.4.4.	Tratamiento De Datos.....	77
9.5.	Resultados.....	82
9.5.1.	Comparativo Normativo.....	82
9.5.2.	Mediciones. ....	92
9.5.3.	Encuestas. ....	98
9.5.4.	Simulaciones. ....	118
10.	Estrategias sobre variables para la optimización.....	131
10.1.	Variable Forma Envolvente. ....	131
10.2.	Variable altura. ....	132
10.3.	Variable Forma De Cubierta. ....	133
10.4.	Variable relación ventana pared.....	134
10.5.	Variable Materialidad. ....	136
11.	Conclusiones .....	140
	Bibliografía .....	148
	Anexos.....	151

## Lista De Imagenes

Imagen 1. Mapa de localización área estudio. ....	10
<i>Imagen 2. Área de afectación e influencia centro histórico. ....</i>	<i>11</i>
<i>Imagen 3. Localización estación meteorológica El Salto. ....</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 4. Viviendas de acuerdo a la materialidad de la envolvente. ....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 5. El hombre como medida central en la arquitectura. ....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 6. Intercambio de calor entre el hombre y los alrededores. ....</i>	<i>33</i>
<i>Imagen 7. Índice de Fanger. ....</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 8. Diagrama confort adaptativo. Fuente: Ashrae 55 ....</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 9. Diagrama psicometrico. Fuente: ....</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 10. diagrama bioclimático. Fuente: Olgyay V. 1968 ....</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 11. Esquema metodológico. Fuente: elaboracion propia. 2018 ....</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 12. Población y estructura de hogares. Fuente: DANE 2005. ....</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 13. Ocupación de hogares. Fuente: DANE 2005. ....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 14. Relieve área estudio. ....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 15. Sección topográfica transversal. ....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 16. Ubicacion estacion El Salto y distancias a muestras de viviendas seleccionadas. ....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 17. Temperatura media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018 ....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 18. Temperatura máxima media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018. ....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 19. Temperatura mínima media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018 ....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 20. Humedad relativa - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018. ....</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 21. Precipitación - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018 ....</i>	<i>51</i>

Imagen 22. Velocidad del viento - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	52
Imagen 23. Dirección de los vientos - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	52
Imagen 24. Vientos predominantes - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	53
Imagen 25. Mejor orientación – Ambalema. ....	54
Imagen 26. Plano de ubicación de casos estudio. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	55
Imagen 27. Diagrama confort adaptativo Ambalema. ....	57
Imagen 28. Rangos de confort térmico bajo modelo estático. Fuente: ASHRAE 55 .....	58
Imagen 29. Diagrama térmico modelo adaptativo. Fuente: ASHRAE 55 .....	59
Imagen 30. Periodo de nivel maximo de temperatura media de bulbo seco - Ambalema. ....	67
<i>Imagen 31. Limite aceptable de confort térmico adaptativo. ....</i>	<i>68</i>
Imagen 32. Calculo índices PMV - PPD muestra MS1. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	112
Imagen 33. Calculo índices PMV - PPD muestra MS2. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	113
Imagen 34. Calculo índices PMV - PPD muestra MS3. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	113
Imagen 35. Calculo índices PMV - PPD muestra MS4. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	114
Imagen 36. Calculo índices PMV - PPD muestra MT1. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	115
Imagen 37. Calculo índices PMV - PPD muestra MT2. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	116
Imagen 38. Calculo índices PMV - PPD muestra MT3. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	116
Imagen 39. Calculo índices PMV - PPD muestra MT4. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....	117
Imagen 40. Resultado de simulaciones, temperaturas operativas muestras MS bajo rango de confort. ...	120
Imagen 41. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS1. ....	122
Imagen 42. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS2. ....	122
Imagen 43. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS3. ....	123
Imagen 44. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS4. ....	123
Imagen 45. Resultado de simulaciones, temperaturas operativas muestras MT bajo rango de confort....	126

Imagen 46. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT1. ....	128
Imagen 47. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT2. ....	128
Imagen 48. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT3 .....	128
Imagen 49. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT4. ....	129
Imagen 50. Resultados de simulaciones para temperaturas internas sobre la implementación de estrategias eficientes. Fuente. Elaboración propia. ....	139
Imagen 51. Evaluación general de temperatura operativa de mediciones en las tipologías de acuerdo al modelo adaptativo. Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017) .....	141
Imagen 52. Evaluación general de temperatura operativa de mediciones en las tipologías de acuerdo al modelo estático. Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017).....	142
Imagen 53. Evaluación general de resultados de las tipologías, frente al modelo estático.....	143
Imagen 54. Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo adaptativo.....	144
Imagen 55. Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo estático. ....	144
Imagen 56. Evaluación de acuerdo a la materialidad de cubierta frente al modelo estático.....	145
Imagen 57. Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo adaptativo.....	146

## Lista De Tablas

<i>Tabla 1 Relación de investigaciones referentes.</i> .....	18
<i>Tabla 2 Relación de normas de carácter general.</i> .....	20
<i>Tabla 3 Relacion normas internacionales para confort termico.</i> .....	21
<i>Tabla 4 Relacion normas nacionales para confort termico.</i> .....	22
<i>Tabla 5 Valores de aislamiento de la ropa en clo.</i> .....	35
<i>Tabla 6 Relación de actividades y sus respectivo Met y W/m2</i> .....	37
<i>Tabla 7 Relación de variables climáticas y sus valores - Ambalema.</i> .....	49
Tabla 8 Relación de tipologías y muestras a evaluar. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	56
Tabla 9 Parámetros normativos del orden local para el desarrollo de vivienda urbana.....	57
Tabla 10 Ratas mínimas de ventilación en zonas de respiración en espacios residenciales. ....	60
Tabla 11 Medidas pasivas para la creación de vivienda nueva.....	62
Tabla 12 Criterios de diseño para vivienda urbana.....	66
Tabla 13 Caracterización muestra MS1. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	69
Tabla 14 Caracterización muestra MS2. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	70
Tabla 15 Caracterización muestra MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	71
Tabla 16 Caracterización muestra MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	72
Tabla 17 Caracterización muestra MT1. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	73
Tabla 18 Caracterización muestra MT2. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	74
Tabla 19 Caracterización muestra MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	75
Tabla 20 Caracterización muestra MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	76
Tabla 21 Ficha técnica de instrumento de medición Higrómetro Fuente: elaboracion propia. 2018.....	80

Tabla 22 Ficha técnica de instrumento de medición termómetro digital. Fuente: elaboracion propia.	
2018. ....	81
Tabla 23 Ficha técnica de instrumento de medición termo anemómetro. Autor, 2018. ....	81
Tabla 24 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS1. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	84
Tabla 25 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS2. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	85
Tabla 26 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	86
Tabla 27 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	87
Tabla 28 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT1. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	88
Tabla 29 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT2. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	89
Tabla 30 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT3 Fuente: elaboracion propia. 2018. ....	90
Tabla 31 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT4. Fuente: elaboracion propia. 2018 .....	91
Tabla 32 Valores promedios obtenidos del proceso de medición en las viviendas VIS. ....	92
<i>Tabla 33 Resultados de los datos de temperatura y evaluación del confort adaptativo en las muestras de la vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018. ....</i>	<i>94</i>
Tabla 34 Valores promedios obtenidos del proceso de medición en las viviendas Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018.....	96
<i>Tabla 35 Resultados de los datos de temperatura y evaluación del confort adaptativo en las muestras de la vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 36 Resultados de la encuesta No 1 vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 37 Resultados de la encuesta No 1 vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 38 Resultados, procesamiento y comparativo de datos encuesta No 1 aplicada a las dos tipologías. ....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 39 Resultados encuesta No 2 aplicada a la vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018.....</i>	<i>112</i>



<i>Tabla 40 Resultados encuesta No 2 aplicada a la vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018</i>	115
Tabla 41 Resultados de temperatura operativa y número y porcentaje de horas dentro del rango de confort adaptativo en las muestras VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018	119
Tabla 42 CFD muestras vivienda VIS.	121
Tabla 43 Indicador de ganancias y pérdidas térmicas vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018..	124
<i>Tabla 44 Resultados de temperatura operativa y número y porcentaje de horas dentro del rango de confort adaptativo en las muestras Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018</i>	125
Tabla 45 CFD muestras vivienda Colonial.	127
<i>Tabla 46 Indicador de ganancia y perdidas térmicas vivienda Colonial.</i>	130
<i>Tabla 47 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort.</i>	132
Tabla 48 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la altura de piso.	133
Tabla 49 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la forma de cubierta.	134
Tabla 50 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la forma de la cubierta.	135
Tabla 51 Descripción, propiedades y eficiencia térmica de sistemas constructivos y materiales para muros exteriores.	137
Tabla 52 Descripción y propiedades térmicas de sistemas constructivos y materiales para muros exteriores.	138
Tabla 53 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort., vivienda VIS.	140
Tabla 54 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort., vivienda Colonial.	140

## **Introducción**

El desarrollo de esta investigación como trabajo de grado, tiene como objetivo la caracterización climática de Ambalema y la identificación del comportamiento térmico, frente a la percepción de sus ocupantes, derivado de las características espaciales, volumétrica y material en el interior de la vivienda colonial y de interés social en Ambalema Tolima.

Basado en el desarrollo de un método investigativo, en el que se recolectan datos a nivel cualitativo y cuantitativo, obtenidos mediante mediciones, simulaciones y encuestas, sobre las variables climáticas y características propias que intervienen en la sensación térmica de los ocupantes y el confort térmico en el interior de las viviendas.

El área de estudio presenta construcciones que no muestran de cierta manera aceptación por parte de sus ocupantes, la configuración arquitectónica en espacio y materialidad en las viviendas, no refleja la funcionalidad y ocupación para alcanzar un nivel de habitabilidad y confort requerido, la estandarización constructiva y el manejo de materiales industrializados hacen que esta solución presente características térmicas impuestas y no derivadas del análisis de su entorno (ambiental, social y cultural).

El desarrollo y conclusión de esta investigación, ayudará a la búsqueda de una herramienta que aporte parámetros técnicos para la creación de vivienda y toma de decisiones frente a las estrategias pasivas en diseño y método constructivo que puedan ser tomados en

futuros desarrollos en la estructura urbana del municipio y la materialización en el mejoramiento del estado físico y mental de sus ocupantes como indicador de confort adaptativo.

## **1. Información General Del Proyecto**

### **1.1. Título**

El confort térmico en la vivienda colonial e interés social en Ambalema Tolima.

### **1.2. Problema De Investigación**

¿De qué manera responde la materialidad, forma y espacialidad de la vivienda de interés social y colonial del municipio de Ambalema, frente a las condiciones ambientales para la consecución de niveles de confort térmico aceptado?

El crecimiento y desarrollo de la vivienda en las ciudades en Colombia en primer lugar se ha marcado por la generación de soluciones informales, debido a la migración de la población de la zona rural a la urbana.

De esta manera la iniciativa, esta ceñida al cubrimiento de la demanda, en gran parte desconociendo los valores de adaptación que deben brindar al entorno y a sus ocupantes.

Aunque, dentro de la política de estado para la vivienda social, se dictan parámetros de diseño y construcción sostenible, como se manifiesta en el documento “Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana” (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2011)”, no se están generando los resultados proyectados, el costo de la tierra, los

materiales, y las técnicas constructivas limitan los objetivos, reduciendo a tipologías industrializadas, aplicadas a manera estándar en los diversos tipos de climas del territorio nacional; Generando de esta manera el manejo inadecuado de las variables que condicionan el confort térmico, repercutiendo sobre el estado anímico, físico y psicológico de sus ocupantes.

En Ambalema el desarrollo de la tipología VIS evidencia problemas derivados del mal manejo de factores naturales y artificiales que trasgreden el ambiente térmico; la incidencia solar sobre las envolventes y los espacios interiores, sumados a la utilización de materiales de baja masa térmica, conllevan a valores que difieren sobre los rangos de confort; como de igual manera se ocasiona en la vivienda colonial, aunque su caracterización física difiere en la composición material a la anterior tipología, la incidencia solar también está vulnerando internamente el confort de sus ocupantes a raíz de la transformación de su estructura física, la permutación material en algunos de sus elementos (cubierta y muros), la mal orientación de las superficies que encierran los espacios de mayor ocupación y la inadecuada ventilación, llevando a la generación de problemas en la salud de sus ocupantes.

### **1.3. Hipótesis**

- La utilización de materiales y técnicas constructivas artesanales (bahareque, adobe y teja de barro) mejora los rangos de confort térmico en las viviendas del municipio de Ambalema.

- La implementación de los sistemas constructivos, estandarizados desencadena de cierta manera una disminución en el nivel de confort térmico en la vivienda social implantada en el municipio de Ambalema.
- El confort térmico en una tipología a otra difiere a un manteniendo el mismo nivel de arropamiento de sus ocupantes.
- La forma y volumen de la envolvente inciden en gran parte en el confort térmico si no mantiene una materialidad con características térmicas óptimas.

## **2. Justificación**

Esta investigación parte de la necesidad de evaluar las condiciones de habitabilidad de dos modelos representativos de vivienda en el municipio de Ambalema Tolima.

El derecho a una vivienda adecuada, sugiere un análisis sobre los factores que la componen, con el objeto de poder llegar a determinar el nivel de cumplimiento a los diferentes escenarios normativos.

El enfoque de la normatividad en Colombia esta lineado en temas estructural y de ocupación, en los últimos años los gobiernos han empezado a legislar sobre el confort en espacios residenciales. El incremento de estos espacios, como solución a la demanda habitacional que mantiene Colombia y sur América, han obligado a la generación de modelos que responden a especificaciones estándar, donde los conceptos de funcionalidad y habitabilidad en gran parte son maltrechos por la visión económica, haciendo de estos, edificaciones que no responden a la necesidad cultural, social, ambiental, geografía y climática de un lugar específico.

Ambalema no ha sido ajena a este proceso, se suma, al referente arquitectónico que por décadas se ha mantenido soportando las inclemencias sociales, ambientales y climáticas, que cierta manera ha sido la inspiración para el desarrollo como municipio.

La aparición de modelos residenciales con el uso de materiales y técnicas modernas consolidan grandes áreas de igual importancia a su arquitectura tradicional, haciendo hoy día un conjunto variado de técnicas soportando un mismo clima.

Los procesos de urbanización cambian fuertemente el equilibrio de un lugar, la tala de árboles en busca de áreas de implantación, desencadenan la variación de las características climáticas, para el área de investigación, esto ha representado en gran escala resultados negativos en la salud de la población. Los elevados niveles en temperatura hacen en que las viviendas mantengan escenarios desfavorables en términos de confort térmico conllevando a soluciones que hoy en día van en contra del escenario de ahorro energético que se marca a nivel mundial como minimizador del cambio climático.

De esta manera, la investigación se fundamenta y toma como objetivos el análisis actual de las condiciones y la búsqueda de soluciones materiales, con un solo propósito, mejorar en la mayor parte del año las condiciones térmicas de los espacios habitables en la vivienda, teniendo en cuenta factores que marcan una sociedad y el individuo que la ocupa.



### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General.**

- Validar los niveles de confort térmico en la vivienda tradicional y social del municipio de Ambalema Tolima.

#### **3.2. Objetivos Específicos.**

- Caracterizar de acuerdo a la composición material, las tipologías de vivienda y aplicar los instrumentos de investigación y analizarlos frente a la información climática del lugar mediante software profesional.
- Identificar el comportamiento de los factores climáticos que intervienen en el confort térmico en las tipologías caso estudio.
- Desarrollar una metodología que permita comparar el comportamiento de las temperaturas y variables que condicionan el confort térmico en las tipologías caso estudio.
- Evaluar el comportamiento de los materiales y métodos constructivos frente a las temperaturas y variables de confort obtenidas.

- Comparar las temperaturas y variables de confort obtenidas en las mediciones y simulaciones aplicadas, frente a los modelos de confort adaptativo y estático, de manera que sirva en la creación de un modelo de referentes pasivos en la estrategia de nuevas soluciones de vivienda para el área de Ambalema.

#### 4. Marco Contextual

En la imagen No 1 se muestra la localización del área de estudio de la investigación, a una escala de mayor a menor, se identifica la ubicación geográfica del municipio de Ambalema que se encuentra en el sector noroccidental del departamento del Tolima, sobre la margen derecha del río Magdalena en la región central de país, con límites geográficos y políticos, al norte con los municipios de Armero Guayabal, al sur con el municipio de Venadillo, al oriente con el río Magdalena en áreas del departamento de Cundinamarca y al occidente con el municipio de Lérica.



*Imagen 1. Mapa de localización área estudio.  
Fuente: Elaboración propia 2017*

El centro urbano, ubicado sobre la zona suroriental del área municipal, con extensión de 1.55 km<sup>2</sup>, históricamente con un desarrollo derivado de múltiples emplazamientos, concluido en el área actual por condiciones económicas y agrícolas, su geografía plana, de amplios valles y la presencia de fuentes de agua en especial el río Magdalena y la desembocadura del río Recio, factores que marcaron el desarrollo de trazados irregulares, patrón de manzanas alargadas y con algunas de ellas interrumpidas por elementos geográficos (quebradas). Su desarrollo urbano marcado por la historia clasifica el municipio en dos áreas, como se muestra en la imagen No 2 denominadas área de influencia y área de centro histórico, donde su morfología y tipología arquitectónica representa la colonia, vernácula y del sitio.



*Imagen 2. Área de afectación e influencia centro histórico.  
Fuente: Min cultura 2016*

En el área de estudio se cuenta con la estación meteorológica El Salto, localizada sobre la zona occidental de Ambalema como se evidencia en la imagen No 4, codificada en el inventario del IDEAM con el número 21255080, instalada en predios de la aeronáutica civil (radio faro).



*Imagen 3. Localización estación meteorológica El Salto.  
Fuente: elaboracion propia 2017*

## 5. Estado Del Arte

Partiendo de la premisa que la arquitectura es un trabajo social, la bioclimática debe destacarse como una tendencia dirigida al mejoramiento de la calidad de vida del hombre, partiendo desde el manejo del confort Higrotérmico, para esto el diseño de las viviendas deberá realizarse tomando como parámetros las acciones pasivas, la orientación favorable que lleve a la obtención requerida de vientos y radiación según sea su condición climática, además se debe tener en cuenta las variables en temperaturas internas derivadas de las geometría y composición material de la envolvente e incluir la percepción y expresión del individuo quien ocupa el espacio.

La tendencia bioclimática se soporta bajo la comprobación de factores que brindan calidad en confort, autonomía en la generación de energía y el bajo impacto generado a ambiente. En la primera se traduce al grado de confort térmico que puede lograr en el interior y esta se puede demostrar bajo diversas tesis, pero las más destacadas están dadas bajo las teorías contemporáneas del confort, la escuela estática y la dinámica o adaptativa.

La escuela estática o modelo FANGER se basa en variables que influyen en los intercambios térmicos hombre-medio ambiente y que, por tanto, contribuyen a la sensación de confort; el nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire son aquellas variables que integran la ecuación de confort Fanger (1982). Establece dos índices, el Voto Medio Estimado (PMV), predice el

porcentaje de satisfacción de la mayoría de las personas y a partir de éste calcula el índice de Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD). Esta escuela lidera en la aplicación de estándares de confort y su particularidad es no reconocer dentro de su ecuación la variable de aire exterior.

El modelo adaptativo o escuela dinámica, además de considerar los variables físicas y fisiológicas incorpora factores demográficos como la edad, sexo y posición social; de contexto como la forma, espacio y volumen de la edificación, composición de la envolvente, época del año y posición social; las preferencias y expectativas de las personas.

Las investigaciones sobre el confort térmico en la vivienda de interés social están en un nivel de ascenso, como respuesta a los procesos de crecimiento de las ciudades y a las precarias condiciones habitacionales que afectan la población en los países latinoamericanos.

Se han identificado una serie de investigaciones relacionadas al tema que se trata y que de una u otra manera aportan o complementan conceptos al desarrollo del presente trabajo, se relacionan a continuación en la tabla No 1.

IDENTIFICACION	OBJETIVO GENERAL	CATEGORIA / VARIABLE	INST. DE RECOLECCION	R E S U L T A D O S
Pérez Pérez Alex Leandro. EL DISEÑO DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Universidad de la Salle - Bogotá 2016 (Perez, 2016)	Identificar las bases para el diseño de la vivienda de interés social	Diseño arquitectónico, hábitat, política pública, planificación urbana.	Metodología cualitativa, desarrollada en cuatro fases; Marco teórico y conceptual; Técnica de análisis documental, histórico-lógico, cuantitativo, cualitativo y comparativo; Investigación experimental, desarrollo de	Identifica que la vivienda de interés social está enfocada a cubrir necesidades cuantitativas y subvalora la necesidad cualitativa; así mismo indica que la calidad del hábitat debe constituir representaciones de la realidad, prever y conocer el funcionamiento de la familia y el entorno urbano en sus

			muestra representativa; Recomendaciones de diseño	características sociales, físicas, naturales y ambientales.
Bajo los resultados de esta investigación, se direcciona por qué y para que de la vivienda VIS; así mismo se toma como herramienta los escenarios cuantitativos y cualitativos que en ella concluyen; llevando a la implementación en el desarrollo de la metodología que se diseña para caracterización de las muestras seleccionadas.				
R. Suarez - J. Fragoso. Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad de Sevilla (España) " ESTRATEGIAS PASIVAS DE OPTIMIZACION ENERGETICA DE LA VIVIENDA SOCIAL EN EL CLIMA MEDITERRANEO" En Informes de la construcción Vol. 68,541, e136 2016	Analizar la repercusión del nuevo marco normativo en la vivienda social del área mediterránea en la zona climática B4.	confort, Compacidad, Materialidad, Ventilación, Asoleamiento y Energía.	Modelación y Simulación mediante software LIDER-CALENER, incorporando los datos climáticos de la zona B4, la caracterización de la envolvente, la identificación de los sistemas de acondicionamiento térmico y las condiciones operacionales de uso, ocupación, iluminación, ventilación.	Frente a los objetivos cuantitativos regulados por la normatividad se incorpora un objetivo transversal cualitativo; el confort interior, las soluciones de mejoras pasivas propuestas permiten obtener una distribución de temperaturas operativas en el interior de las viviendas en libre evolución, muy cercanas a la banda de confort adaptativo durante gran parte del año.
		Eficiencia energética, Sistemas pasivos, Vivienda social, Control solar		
Destaca y aporta la implementación de estrategias pasivas, para mantener un nivel de confort aceptado, producto de la compacidad material de la envolvente, tasa de ventilación y la protección solar. De esta manera se hace referente para el desarrollo de la problemática encontrada en las muestras de vivienda.				
Arq. Constanza Francisca Espinosa Cancino, Arq. Alejandra Cortes Fuentes. "CONFORT HIGRO-TERMICO EN VIVIENDA SOCIAL Y LA PERSEPCION DEL HABITANTE" En revista invi No 85 -	Analizar cuanto y como inciden los mejoramientos técnicos estipulados en el manual de aplicación de la reglamentación térmica de chile, en el confort - térmico del	Confort, Percepción, Calefacción, iluminación,	Selección de tres casos estudios (tipología de vivienda) al igual que la implementación de encuestas a los habitantes de la vivienda con el objeto de analizar la percepción térmica.	Como resultado de esta investigación se puede apreciar que las viviendas construidas con características térmicas dictadas por la normatividad, responde a percepciones positivas frente al confort de sus ocupantes y que las construidas por fuera de la reglamentación
		Confort Higrotérmico, Vivienda social, Reglamentación Térmica, Diseño arquitectónico, Sensación		



Noviembre 2015. (Fuentes, 2015)	hábitat residencial	térmica, Calidad constructiva		presenta una mirada negativa.
Destaca la importancia de la percepción del habitante (ocupante) al desarrollar diversos parámetros para definir su confort y el comportamiento variable de la envolvente frente a los cambios térmicos ambientales. Se puede rescatar como complemento al desarrollo de la presente investigación, la incorporación de concepto individual del ocupante frente a las características físicas y térmicas de las viviendas a evaluar.				
Alexander Iturre Campiño. PROYECTAR MEJORAS DEL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL BUENAVENTURA. Proyecto de profundización presentado como requisito parcial para optar título de magister en arquitectura y urbanismo. (Univalle 2013)	Mejorar el confort térmico interior, mediante la implementación de técnicas o estrategias bioclimáticas en la vivienda de interés social de buenaventura en clima cálido húmedo.	Confort térmico envolvente, temperatura radiante media, temperatura del aire, tasa metabólica, vestimenta.	Enfoque cualitativo y cuantitativo mediante la medición con instrumentos digitales ( datalogger, anemómetro, termómetro digital, cámara termografía y termo higrómetro y recolección de datos con encuesta.	Concluye, la característica de envolvente de las edificaciones no brinda un nivel de confort térmico interior evaluado frente al rango de confort.  Frente al modelo adaptativo, se confirma la premisa, refiere que los niveles de adaptación dependen de las experiencias y las expectativas térmicas de los individuos, además, que las condiciones donde las personas manifiestan el confort, son el resultado de los controles que realizan en el interior (cambio de ropa, apertura de ventanas y puerta y cambio de actividad)
Se hace referente por el desarrollo del modelo adaptativo, definiendo al individuo como constructor de su propio confort térmico, derivado del nivel de vestimenta, actividad física y del acondicionamiento pasivo de los elementos que componen la envolvente. Además, aporta la forma como enfrenta el método investigativo.				
Alfonso Godoy Muñoz, "EL CONFORT	Hacer una revisión teórica de las teorías	Ambiente, Clima, Confort, Metabolismo.	Aplicación del estándar confort adaptativo	Entender la relación entre el ambiente y las personas, la cual permite

<p>TERMICO ADPATATIVO, APLICACIÓN EN LA EDIFICACION EN ESPAÑA"</p> <p>Proyecto final de Master de Sostenibilidad - Universidad Politécnica de Cataluña. Junio de 2012</p>	<p>sobre las que se basan los modelos de confort térmico existentes que permita entender y avanzar en la discusión actual sobre criterios de confort.</p>	<p>Confort térmico, Confort Adaptativo, Tasa metabólica, Velocidad del aire, Temperatura del aire, Temperatura Radiante, Temperatura operativa, Ventilación Natural,</p>	<p>(ASHRAE 55 Y EN UNE 15251) sobre un espacio interior en relación con el estándar estático (ISO 7730 Y RITE) en el clima y una época determinada de Madrid y el límite de confort sobre la actividad residencial.</p>	<p>desarrollar modelos que ayudan a predecir la percepción térmica de un ambiente. De otro lado concluir en que hay una gran diferencia en método y resultado al utilizar diferentes estándares de confort sobre el mismo espacio y esta puede llegar a un 70% en horas dentro de la zona de confort y un 50% en demanda de energía.</p>
<p>Mediante un desarrollo evaluativo diverso, evidencia las diferencias que pueden generar cada uno de los estándares sobre un mismo lugar y de esta manera permite elegir el estándar adecuado para llevar a cabo los objetivos de la investigación, involucrando como principio la relación con el exterior y la capacidad de adaptación de los ocupantes frente a cambios de factores climáticos de su contexto.</p>				
<p>Ernesto Urriola, "INDICE DE CONFORT, SENSACION TERMICA E IMPACTO DE OLAS DE CALOR EN LAS PERSONAS" Panamá 2009.</p>	<p>Identificar los índices de confort y sensación térmica de acuerdo a la fluctuación de temperaturas que presenta la región de panamá.</p>	<p>Temperatura, Confort, Sensación.</p> <p>Temperatura radiante, Humedad relativa, Velocidad del aire, Temperatura seca, presión atmosférica, Sensación térmica.</p>	<p>Datos del comportamiento hidrometereológicos del departamento de hidrometereología de ETESA en Panamá</p>	<p>Brinda información que permite prevenir y disminuir los efectos negativos de los cambios de temperaturas en los ambientes de la población, en especial a los grupos más vulnerables (ancianos, niños y personas de patologías crónicas).</p>

Instituto de la Construcción de Chile (IC) "CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDAS" en Biblioteca Cámara chilena de la construcción CCHC. Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) y Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) 2008.	Determinación de línea base del confort Higrotérmico en el sector residencial.	Temperaturas, Humedad, Vientos, Energía, Percepción y patologías.	Trabajo de campo, entrevistas a los habitantes de las viviendas. Mediciones mediante instrumentos electrónicos (termómetro, higrómetro ambiental y termómetro infrarrojo)	Busca evidenciar mediante cifras la posibilidad de aumentar considerablemente el grado de eficiencia en el uso de la energía en la vivienda y ampliar el confort a través de una mejora en la calidad térmica de la vivienda.
		Confort Higrotérmico, Temperaturas de confort, Temperatura del aire, Temperatura Radiante, Temperatura efectiva, Percepción térmica, Infiltración de aire, Infiltración de agua y Consumo energético.		
Se asocia a esta investigación como aporte, analices a los factores que alteran la percepción del ocupante, el nivel de afectación al confort térmico y consumo de energía, que acarrearán las edificaciones con patologías físicas.				

*Tabla 1 Relación de investigaciones referentes.  
Fuente: elaboración propia. 2019*

## 6. Marco Normativo

El escenario normativo para la construcción de vivienda a lo largo del territorio nacional está regido en primera instancia por la constitución política, elevando el derecho descrito en su artículo 51 *“Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna.* De lo anterior nace como ordenanza establecer conceptos sociales, económicos, ambientales y técnicos en busca de la calidad y confort que esta debe prestar a sus ocupantes, materializándose en normas que rigen en el territorio nacional, departamental y municipal.

Además, se toman como referencias para el área específica del manejo del confort térmico códigos, normas y modelos de países en donde por su variado clima en estaciones obligan a tener regulaciones en el manejo de las edificaciones frente al confort.

NOMBRE	REFERENCIA	OBJETO	APLICACION
Constitución política 1991	Artículo 51.	Vivienda digna.	La exigencia en poder desarrollar soluciones dignas, enmarcando desde los parámetros de confort, espacios adecuados a individuos sin vulnerar sus derechos y acciones cotidianas.
Ley 388 de 1997	Ordenamiento territorial.	Prever de los territorios la organización de espacios aptos para el emplazamiento de edificaciones sin llegar a vulnerar el entorno.	Se adopta su aplicación, en la fundamentación general para el desarrollo urbano de las ciudades, dictando las características y condiciones naturales y artificiales que deben cumplir los lugares para el emplazamiento de edificaciones (vivienda) sin vulnerar su entorno y sin ser

			vulnerados por las condiciones naturales. Llegando a tener como producto, soluciones que respondan a su contexto en pro de obtener nivel alto de aceptación.
Ley 546 de 1999	Ley de vivienda	Establece normas generales y criterios para regular un sistema especializado de financiación de vivienda individual a largo plazo, ligado al índice de precios al consumidor y para determinar condiciones especiales para la vivienda de interés social urbana y rural.	Se adopta su aplicación a la presente investigación, con el fin de caracterizar las muestras a evaluar frente a las diferentes escalas y tipologías, de acuerdo al tamaño, costo, materialidad y ubicación de las viviendas que se proyecten en pro de subsanar una necesidad social de grupos poblacionales e individuos. Conllevando a especificar el nivel de intervención de los elementos que aportan en la consecución del confort en especial el térmico.
Decreto 926 2010	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente	Regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.	Este decreto contribuye en la selección e identificación de las características físicas y mecánicas que deben cumplir los materiales de la composición de la estructura y envolvente de los espacios habitados, con el fin de obtener soluciones seguras que contribuyan en la consecución de niveles óptimos de confort térmico.

*Tabla 2 Relación de normas de carácter general.  
Fuente: elaboracion propia.2019*

NOMBRE	REFERENCIA	OBJETO	APLICACION
ASHRAE 55	Condiciones térmicas para ocupación humana	Establece condiciones mínimas aceptables a la que los ocupantes de un ambiente puedan afrontar.	Determina las herramientas y rangos de confort térmico para la evaluación de las características térmicas de espacios interiores y el comportamiento de los

			ocupantes frente a condiciones y variables climáticas.
--	--	--	--

*Tabla 3 Relacion normas internacionales para confort termico.  
Fuente: elaboracion propia.2019*

<b>NOMBRE</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>OBJETO</b>	<b>APLICACION</b>
RESOLUCION 0549 DE 2015	Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones	Establecer porcentajes mínimos y medidas de ahorro de agua y energía en busca de edificaciones sostenibles.	Se aplica con el objeto de evaluar las medidas pasivas que contemplan los diferentes modelos evaluados y el nivel de ahorro en energía frente a la implementación de las soluciones.
NTC 5316 2004	Condiciones ambientales térmicas de inmuebles para personas.	Especificar las condiciones ambientales térmicas aceptables en edificaciones construidas en pisos térmicos hasta una altura de 3000 msnm y con periodos de ocupación mayor a 15 minutos.	Determina rangos mínimos y máximos de confort térmico en edificaciones, para la evaluación de las características físicas (la forma, volumen, envolvente, materialidad) y método constructivo, con el objeto de obtener niveles de confort térmico aceptable acordes al piso térmico de emplazamiento.
Serie guías asistencia técnica para vivienda de interés social.	Guía 1 Calidad en la vivienda de interés social.	Una vivienda habitable basado en factores ambientales, geográficos, sociales, económicos, físicos y psicológico.	Su aplicación se direcciona a la evaluación de los factores físicos y ambientales del contexto de implantación y los componentes espaciales y volumétrico de cada vivienda, con el objeto de identificar el nivel de los parámetros que definen la habitabilidad.
	Guía 2 Los materiales en la construcción de vivienda de interés social	Una vivienda sostenible y sustentable desde la materialidad y método constructivo en busca de la optimización de los recursos agua y energía.	Su aplicación se direcciona a la evaluación de los materiales que componen los modelos seleccionados e identificar el grado de incidencia en el ambiente térmico interior para poder implementar como solución pasiva envolventes que aporten al confort térmico.
GUIA	Criterios ambientales para el diseño y	Contribuir al mejoramiento de la calidad del hábitat urbano	Su aplicación se basa en otorgar una metodología con criterios de diseño y construcción de vivienda

	construcción de vivienda urbana	para contrarrestar los efectos del cambio climático y los desafíos ambientales de cada piso térmico en territorio nacional	que contribuyan en la preservación del medio ambiente y la salud del ocupante.
--	---------------------------------	--	--

*Tabla 4 Relacion normas nacionales para confort termico.  
Fuente: elaboracion propia.2019*

## **7. Marco Teórico**

La presente investigación hace relación al comportamiento térmico de dos modelos de vivienda frente a las condiciones climáticas y ambientales de un lugar específico, en donde se evalúan los elementos y características que incidan en el comportamiento del confort interno de sus ocupantes; de esta manera es importante destacar la evolución tipológica de la vivienda en Colombia frente a los factores que la han transformado, las teorías y principios que circundan el confort en especial el térmico.

### **7.1. La Vivienda En Colombia.**

Hablar de vivienda en Colombia es hablar de arquitectura y geografía, factores que han representado de cierta manera el proceso de evolución de la vivienda en Colombia.

“Los asentamientos más antiguos reconocidos por la arqueología datan de algo más de once mil años y se encuentran en los abrigos rocosos del borde occidental de la Sabana de Bogotá. Ahí no hubo arquitectura propiamente dicha, el espacio habitable lo ofreció la topografía misma.” (Roa, 2017)

La vivienda se materializa en nuestro territorio, como el resultado de poder cubrir una necesidad, usando el medio natural, el aprovechamiento de condiciones topográficas; posteriormente el periodo prehispánico, sobre la misma sabana, la región andina y la costa



caribe, se emergen de forma primaria y de arquitectura consolidada, edificaciones de orden político, religioso y económico con un objetivo único y continuo, el resguardo y cobijo; resultado del trabajo y manejo de materias primas entregadas por el lugar o entorno, la madera, piedra, tierra y tejidos vegetales, hicieron de esta, un estilo único y característico de cada condición climática y geográfica, proyectando siempre la búsqueda del confort y bienestar interior.

La entrada de los conquistadores marca un tercer periodo denominado la colonia, que abarca tres siglos, de características urbanas y arquitectónicas propias de las tradiciones hispanas, considerado como un universo de aportes culturales (españoles, indígenas, esclavos africanos).

La materialización de una cultura hace de la vivienda colonial un elemento de jerarquía urbana, caracterizado como una unidad de patio central o lateral que de cierta manera articula al conjunto de espacios funcionales, erguidos con nuevas técnicas constructivas, el adobe, ladrillo, piedra y estructuras de madera para las cubiertas de teja de barro, prototipo que se implanta a lo largo de la región andina, donde se encontraba la mayor concentración de la población.

Como bien es definida y valorada la vivienda o casa colonial por el arquitecto Santiago Paredes Cisneros “La expresión “casa colonial” resultaría insuficiente para referir la variedad de espacios, técnicas y personas que dieron sentido a la arquitectura doméstica en las provincias coloniales que terminaron por convertirse en lo que hoy se conoce como Colombia” (Cisneros, 2017).

Finalizada la guerra de los mil días, la inversión se estimula y las ciudades y villas inician un proceso de embellecimiento, el periodo republicano nace, producto de la independencia, del cambio político, en este, la vivienda hereda del periodo anterior la traza de emplazamiento urbano, las técnicas constructivas y mejora las condiciones de habitabilidad tornando su arquitectura en función a la actividad económica, a las nuevas escalas sociales y culturales.

El Periodo republicano da paso al moderno sobre el año 1930 y que aún permanece y mantiene una transformación que a lo largo de sus inicios ha sido dada por etapas, una temprana o “primera modernidad” que llega hasta 1950, una segunda de “consolidación” de 1950 a 1970 y una tercera etapa de “diversificación” comprendida entre 1970 hasta el momento. (Roa, 2017).

La aglomeración de la población y la ocupación territorial de las principales ciudades adopta modos y tendencias mundiales en la construcción de soluciones en masa dando respuesta al crecimiento demográfico, desarrollando pequeñas formaciones urbanas manteniendo el objetivo de resguardar y cobijar, materializado hoy día, en las grandes ciudades y áreas metropolitanas compuestas en gran porcentaje de edificaciones destinadas a la vivienda, equivalente a un porcentaje dentro de la masa urbana, de más del 50%.

El desarrollo de la vivienda en este periodo, se marcó principalmente por la consolidación de barrios o urbanizaciones, fruto del crecimiento industrial y económico logrado por las ciudades a principio del siglo XIX.

Proceso que ha traído inmerso a su desarrollo, las manifestaciones culturales, arraigadas a los diversos grupos demográficos y la implementación de la industria con técnicas constructivas y materiales, consolidando día a día la vivienda como un mosaico a lo largo de todo el territorio colombiano.

### ***7.1.1. Definición De Vivienda.***

*“La vivienda es el principal instrumento para llenar los requisitos del confort, modificando el medio natural para acercarse a las condiciones optimas dela vida”* (Olgyay, 1998). O definir como un elemento artificial o natural, que ofrece a los seres animales, resguardo y cobijo ante las condiciones naturales; a manera tecnica, la vivienda, es una obra arquitectónica humana, que cumple con las necesidades básicas de un individuo o familia manteniendo un mínimo de confort; o como sencillamente lo define la RAE “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” (Real academia española, 2017).

### ***7.1.2. Tipología De Vivienda***

Intuitiva y conceptualmente en Colombia la vivienda encierra clasificaciones en tipologías que depende de factores como el grado de intervención del hombre, periodo de construcción, método constructivo, agrupación de unidades, y de escala socio económica proyectada.

En un primer escenario la vivienda puede estar clasificada de acuerdo a la época de construcción, marcando una escala histórica que va de la mano del desarrollo político y social del país, que de cierta manera inicia con los primeros asentamientos prehistóricos y posterior época Pre hispana , seguido de los procesos Coloniales y Republicanos y llegar al Moderno y sus transformaciones.

En un segundo escenario y de acuerdo a la política de vivienda del gobierno de Colombia, la vivienda se clasifica de acuerdo a su costo, en esta encontramos la vivienda de interés prioritario que se limita a 70 SMLV, la vivienda de interés social VIS de mejor calidad y que integran elementos que aseguran la habitabilidad y su costo se limita a 135 SMLV, dejando como vivienda No VIS a las que sobrepasan este último índice. En relación a su costo, este como determinante del tipo de material y técnica constructiva que de una u otra manera aportan en el desempeño térmico y la consecución de condiciones ideales para los ocupantes.

El tercer escenario, es el que obedece a las condiciones ambientales (temperatura), culturales y geográficas, clasificación dada por la materialidad y método constructivo, en la que el resultado será siempre la búsqueda de adaptarse a las condiciones del clima, reflejando de esta manera la relación con el lugar de implantación.

La materialidad de la envolvente configura el mosaico formal en que podemos encontrar los diversos tipos de vivienda a lo largo de todo el territorio viviendas, como se puede apreciar en las siguientes imágenes, esta en gran parte representa la consolidación de la vivienda que busca

brindar condiciones de confort frente a los comportamieto ambientales, geograficos y sociales de un lugar o territorio especifico.



*Imagen 4. Viviendas de acuerdo a la materialidad de la envolvente.  
Fuente: elaboracion propia. 2018*

## **7.2. Confort.**

El confort es un concepto que relaciona al hombre con el ambiente que lo rodea, el cual hace reflejar el estado físico y mental frente al grado de satisfacción que le brinda el medio que ocupa y está determinado por factores internos y externos a él.

Teóricamente se enfoca inicialmente de forma cuantitativa y en la búsqueda de reforzar los planteamientos, aborda el enfoque cualitativo, (Torres, 2007) *“para la perspectiva teórica fundamentada en el paradigma cuantitativo, la realidad y, más particularmente, el tema de estudio, en este caso el confort térmico que experimentan las personas en determinadas situaciones, es un ente objetivo y singular que mantiene sus características independientemente*

*de lo que haga el investigador, quien permanece al margen del fenómeno estudiado. Esta forma de ver la realidad implica procesos de investigación unívocos y deductivos, que abordan de forma separada los diferentes factores que componen el fenómeno estudiado. El propósito metodológico que implica este enfoque busca fundamentalmente encontrar las relaciones de causa y efecto entre variables involucradas con el objeto estudio, por eso considera determinista y tiende a ser fenomenológico” (p.46) y como de manera inversa, el enfoque cualitativo, que el mismo autor expresa, (Torres, 2007) “Este último considera a la realidad como un ente subjetivo y múltiple, según lo ven los diversos protagonistas que participan en el fenómeno estudiado, de los cuales forma parte el propio investigador y, por lo tanto, interactúa con lo investigado. Esta forma de ver la realidad implica procesos de investigación múltiples e inductivos, que abordan de forma simultánea, incluso superpuesta los diferentes factores que componen el fenómeno estudiado. El propósito metodológico que implica este enfoque busca fundamentalmente desentrañar las relaciones entre los factores que conforman el objeto de estudio, cuyos resultados no necesariamente constituyen fenómenos regulares por lo que considera holística y tiende a ser casuística.” (p.47)*

Revela de cierta manera diferencia entre los dos enfoques y la dificultad de la aplicación del modelo cuantitativo para establecer las condiciones globales del confort térmico, el enfoque cualitativo proyecta escenarios más apropiados al correlacionar variables físicas y biológicas cuantificables.

Como conclusión a lo anterior, se expresa que lo expuesto por Givoni concreta realmente a la definición de confort térmico “*estado mental en que se involucran variables subjetivas y no*

*solo como el resultado objetivo de un balance energético entre el cuerpo humano y su entorno”*  
(Givoni, 1998)

Los factores que se involucran al comportamiento del confort térmico, los psicológicos como la raza, edad, sexo, las características físicas y biológicas y la actividad metabólica, mientras que los perceptivos, tenemos el grado de arropamiento, las temperaturas del aire y radiante, humedad relativa, la velocidad del viento, radiación, calidad del aire y niveles lumínicos y acústicos. En relación a lo anterior, Olgyay comenta: *“la energía y la salud del hombre dependen en gran medida de las influencias directas de su medio. En algunos días las condiciones atmosféricas estimulan y vigorizan nuestras actividades, mientras que en otros disminuye el esfuerzo mental”*. (Olgyay, 1998)

La arquitectura centra al hombre como la medida, en la cual los diversos factores ya mencionados, responden en un cambio de medio natural que busca condiciones óptimas para la vida.

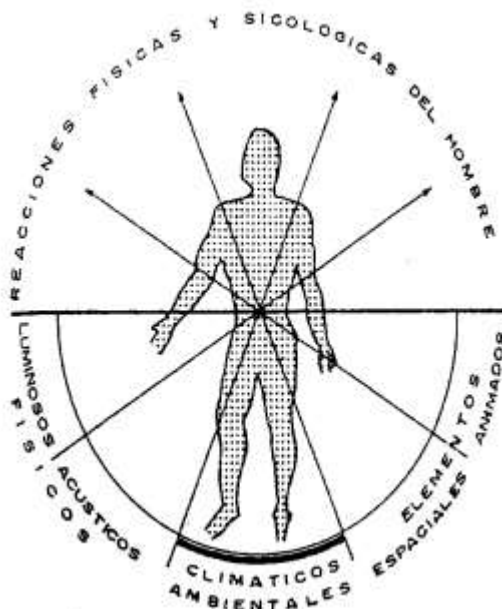


Imagen 5. El hombre como medida central en la arquitectura.  
Fuente: Olgyay V. 1968

En la vivienda, mantener las condiciones higrotérmicas que permitan confort para sus ocupantes se denomina confort térmico o balance térmico, como bien lo describe (Torres, 2007)

*“cuando el balance térmico arroja un valor cero, es decir cuando el cuerpo humano no gana ni cede calor significa, según este enfoque, que las personas experimentan objetivamente una sensación térmica de confort. (p.46)*

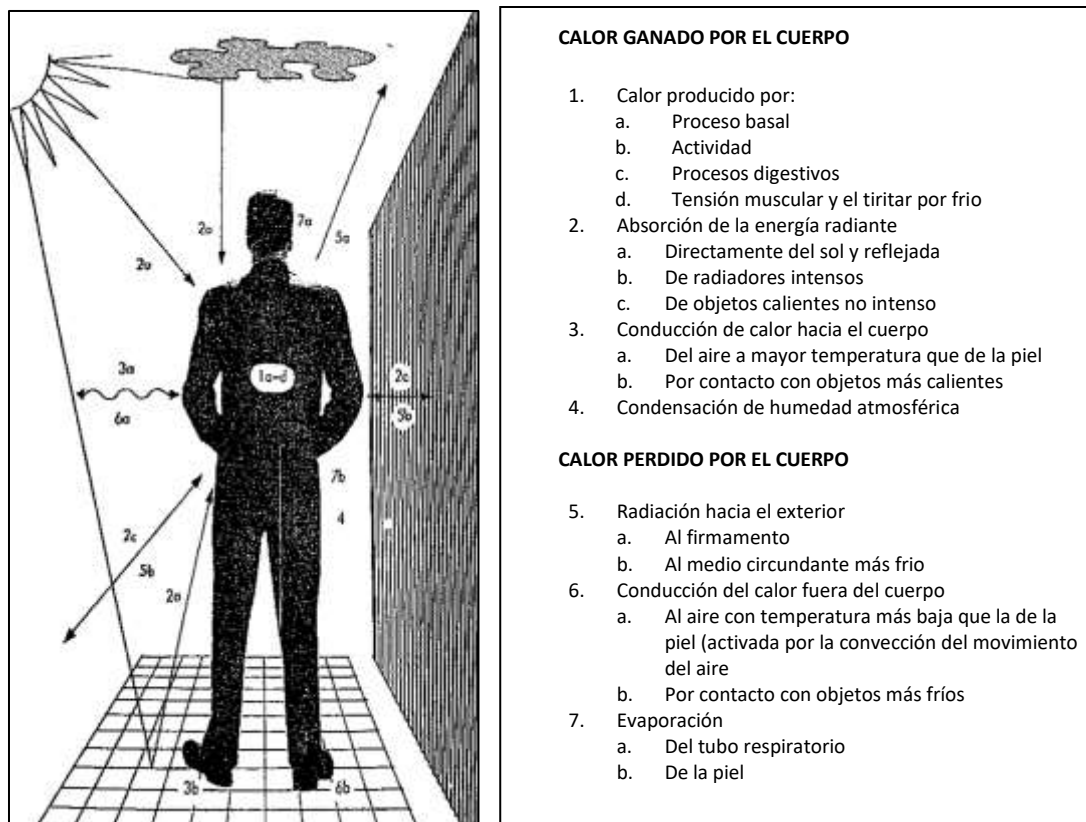
Todo esto se encierra de manera grupal en el confort ambiental, de este podemos derivar al confort lumínico, acústico, olfativo, psicológico y térmico; esta investigación se enfoca en el último y por tanto se buscarán teorías y principios que soporten el desarrollo de la misma.



### 7.2.1. Confort Térmico.

El estudio del clima y la relación con las personas frente a sus afectaciones, lo hacen ser un tema de mucha profundización investigativa y con una línea histórica dentro del tiempo. Hoy en día enfrenta retos demandados por una sociedad cada vez más preocupada por los efectos del cambio climático y por la tendencia de políticas sostenibles y la búsqueda de lograr productos con lenguaje bioclimático.

En estos tiempos se han llegado a desarrollar numerosos índices con el objeto de relacionar las características y condiciones climáticas de un lugar específico con la percepción térmica de los individuos que lo ocupan, así mismo se puede complementar con la siguiente exposición *“Enfoques de evaluación para los procesos de adaptación: uno basado en el balance térmico entre cuerpo y ambiente, esto es, en la respuesta fisiológica al estímulo causado por determinadas condiciones climáticas; y otro, que involucra a su vez factores psicológicos y de percepción del ambiente”*. (Irina Tumini, 2015)



*Imagen 6. Intercambio de calor entre el hombre y los alrededores.*

Fuente: Olgyay V. 1968

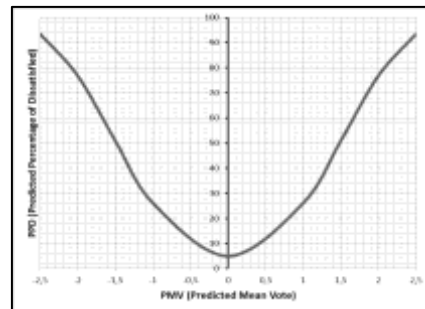
El confort térmico es uno de los aspectos más importantes a ser tenido en cuenta en el diseño bioclimático, se define como una sensación neutra de la persona frente a un ambiente térmico determinado, el cual depende de variables externas e internas al individuo.

Dentro de las tesis más desarrolladas se encuentra el modelo estático de Fanger, en donde considera a la persona como un receptor pasivo de estímulos térmicos (Campiño, 2013) para calcular el índice de confort, la ecuación de confort de Fanger es la más aceptada, relaciona las siguientes variables:

- Temperatura del aire ( $T_a$ ).
- Temperatura media radiante ( $T_{mr}$ ).
- Humedad relativa (HR).
- Velocidad del aire  $M$ .
- Tasa metabólica ( $M$ )
- La ropa (Clo).

Este índice (PMV) predice el porcentaje de satisfacción de la mayoría de las personas, es calculado a través de las seis variables anteriores y con el (PPD) porcentaje de gente que estará insatisfecha en el ambiente térmico, son la base de los estándares ISO 7730 y ASHRAE 55 y son los más usados en la práctica, definen una escala subjetiva (voto de sensación térmica).

+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente
0	<b>Neutralidad</b>
-1	Fresco
-2	Frio
-3	Muy frio



*Imagen 7. Índice de Fanger.*  
Fuente: Olgyay V. 1968

El modelo estándar de Fanger define un mínimo de 5% de disconformidad posible a una temperatura de neutralidad (0 en la escala de 7 puntos de PMV) de 25.6°C, mientras la temperatura operativa se hace variar entre 18.9°C y 32.2°C, los de más parámetros físicos del

ambiente que afectan el confort térmico (humedad y velocidad del aire) y parámetros físicos y fisiológicos de las personas (aislación de la ropa y niveles de actividad) permanecen constantes (Alonso, 2016)

Su cálculo conlleva más que conocer los datos en temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, a conocer el nivel de arropamiento del individuo, estimando un valor de aislamiento de acuerdo al tipo de ropa, definido en la escala que se presenta la tabla No 5 tomada del UNE-EN ISO 7730:2006

Tipo de ropa	Aislamiento (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa ligera (ropa de verano)	0.5 clo.
Ropa media (traje completo)	1 clo.
Ropa pesada (uniforme militar de invierno)	1.5 clo

*Tabla 5 Valores de aislamiento de la ropa en clo.  
Fuente: elaboracion propia, tomada de (Mendoza, 2012)*

Adicional establece e identifica la tasa metabólica, como factor resultante de la actividad muscular que es convertida en calor corporal; el metabolismo se mide en Met y este corresponde al nivel de actividad de una persona sedentaria, define a una pérdida de calor de 58 W/m<sup>2</sup> de superficie del cuerpo humano, donde el cuerpo de un adulto es equivalente a 1.7 m<sup>2</sup> haciendo equivalencia a una pérdida de 98.6 W/m<sup>2</sup>, la escala metabólica da su punto mínimo cuando el cuerpo está en reposo (dormido) y en actividades deportivas supera los 10 Met, la tabla No 06 define actividades con su correspondientes Met.

Actividad	W/m2	Met
<b>Descansando</b>		
durmiendo	40	0.7
reclinado	45	0.8
Sentado quieto	60	1.0
De pie relajado	70	1.2
<b>Caminando</b>		
0.89 m/s (3.2 km/h)	115	2.0
1.34 m/s (4.8 km/h)	150	2.6
1.79 m/s (6.5 km/h)	220	3.8
<b>Actividades de oficina</b>		
Leyendo	55	1.0
Escribiendo	60	1.0
Escribiendo en pc	65	1.1
Archivando sentado	70	1.2
Archivando de pie	80	1.4
Caminando alrededor	100	1.7
Manipulando / empaquetando	120	2.1
Condiciendo		
Automóvil	60-115	1.0-2.0
Vehículo pesado	185	3.2
Ocupaciones diversas		
Cocinando	95-115	1.6-2.0
Limpiando la casa	115-200	2.0-3.4
Sentada manipulación pesada	130	2.2
Trabajo mecánico		
Planchando	105	1.8
Trabajo ligero	115-140	2.0-2.4
Trabajo pesado	235	4.0
Cargando sacos	235	4.0
Trabajo de pico y pala	235-280	4.0-4.8
Actividades de ocio		

Bailando	140-255	2.4-4.4
Ejercicio	175-235	3.0-4.0
Tenis	210-270	3.6-4.0
Baloncesto	290-440	5.0-7.6
Lucha	410-505	7.0-8.7

*Tabla 6 Relación de actividades y sus respectivo Met y W/m<sup>2</sup>*  
*Fuente elaboracion propia. Tomada de (Molina, 2015).*

El modelo adaptativo, introducido por Nicol y Humphreys (2002), logra agrupar las características térmicas del ambiente y la transferencia de calor desde, y hacia el cuerpo humano, con la subjetividad del comportamiento de las personas. Este enfoque no sólo tiene en cuenta la interacción física entre el sujeto y el ambiente, sino que también su interacción psicológica y fisiológica (Irene Marincic, 2012)

Considera que la adaptabilidad del cuerpo humano esta direccionada a la reacción en la búsqueda de la restauración del confort cuando existiera un cambio en las condiciones internas y externas que produjeran disconformidad.

Además De Dear R. considera los factores físicos y fisiológicos que intervienen en la percepción térmica, incluyen aspectos demográficos, el contexto y las preferencias y expectativas de los ocupantes (Campiño, 2013)

- Demográficos:

Sexo

Edad

Situación económica

- De contexto

Espacio y volumetría del diseño

Composición y forma de la envolvente

Periodo climático del año

Posición social

- Preferencias y expectativas el usuario

El modelo adaptativo concreta límites de rango, colocando a la temperatura optima en función a las condiciones interiores definidas, es el caso del rango aceptable de temperatura operativa para espacios acondicionados naturalmente establecidos en el ANSI/ASHRAE 55 2004.

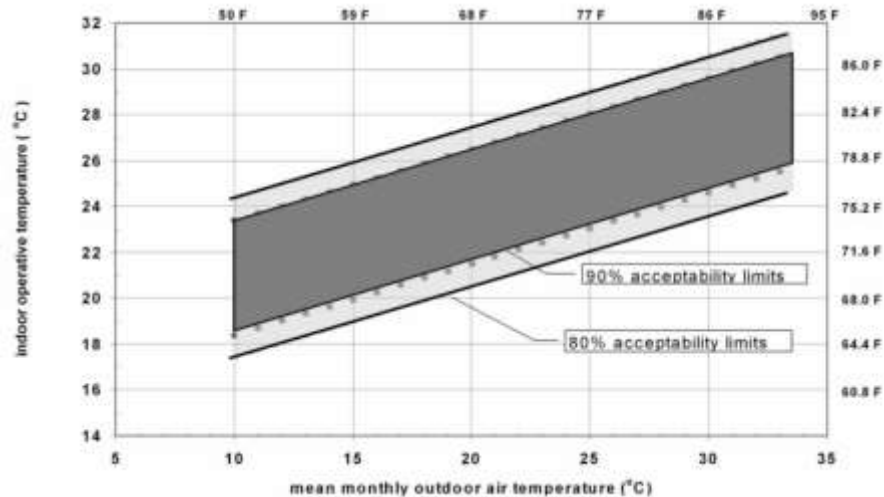


Imagen 8. Diagrama confort adaptativo. Fuente: Ashrae 55

Otras tesis muy utilizadas en los procesos de diseño, son los sistemas de gráficos, el diagrama psicométrico de Baruch Givoni y el climograma de Víctor Olgyay.

El diagrama Bioclimático es una representación gráfica, donde cada punto precisa condiciones atmosféricas dadas por la temperatura (T) y por la humedad (H).

El área de confort se puede decir que es el conjunto de puntos del gráfico en el cual una persona promedio, es decir con un metabolismo (calor metabólico) normal en reposo y sin recibir radiación solar estaría en un estado de confort.

El diagrama de Givoni define la zona de confort, depende de las condiciones en temperaturas de bulbo seco y la humedad relativa del lugar a evaluar, esta zona varía de acuerdo a la caracterización del ocupante, referente a la actividad metabólica y vestimenta.



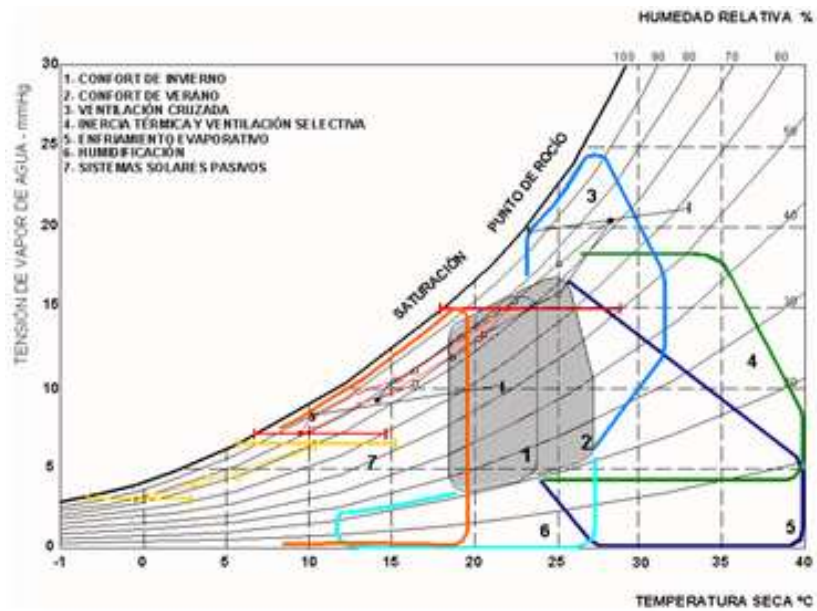


Imagen 9. Diagrama psicometrico. Fuente:

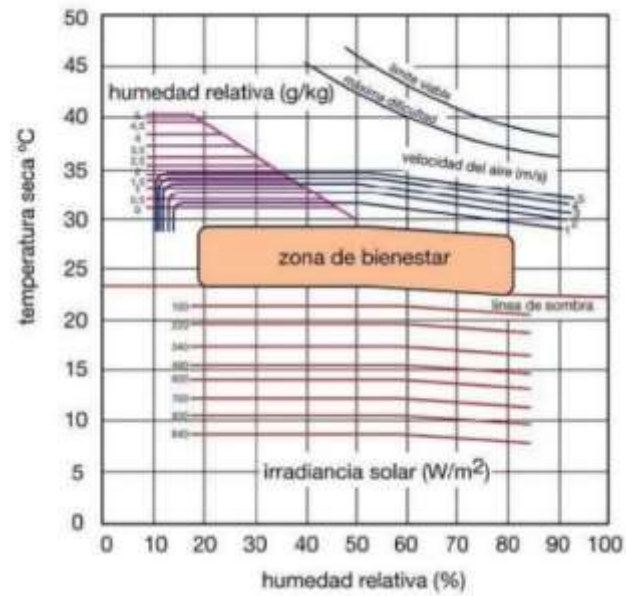


Imagen 10. diagrama bioclimático. Fuente: Olgyay V. 1968

## 8. Marco metodológico

### 8.1. Metodología Empleada

Esta investigación se basa en una metodología con enfoque cualitativo y cuantitativo, partiendo de la selección de muestras y posterior estudio de carácter exploratorio, describiendo las características de tipologías para establecer valores como línea base, y posteriormente desarrollar un comparativo con las normas ASHRAE 55; su estructura de ejecución se muestra en la siguiente figura:

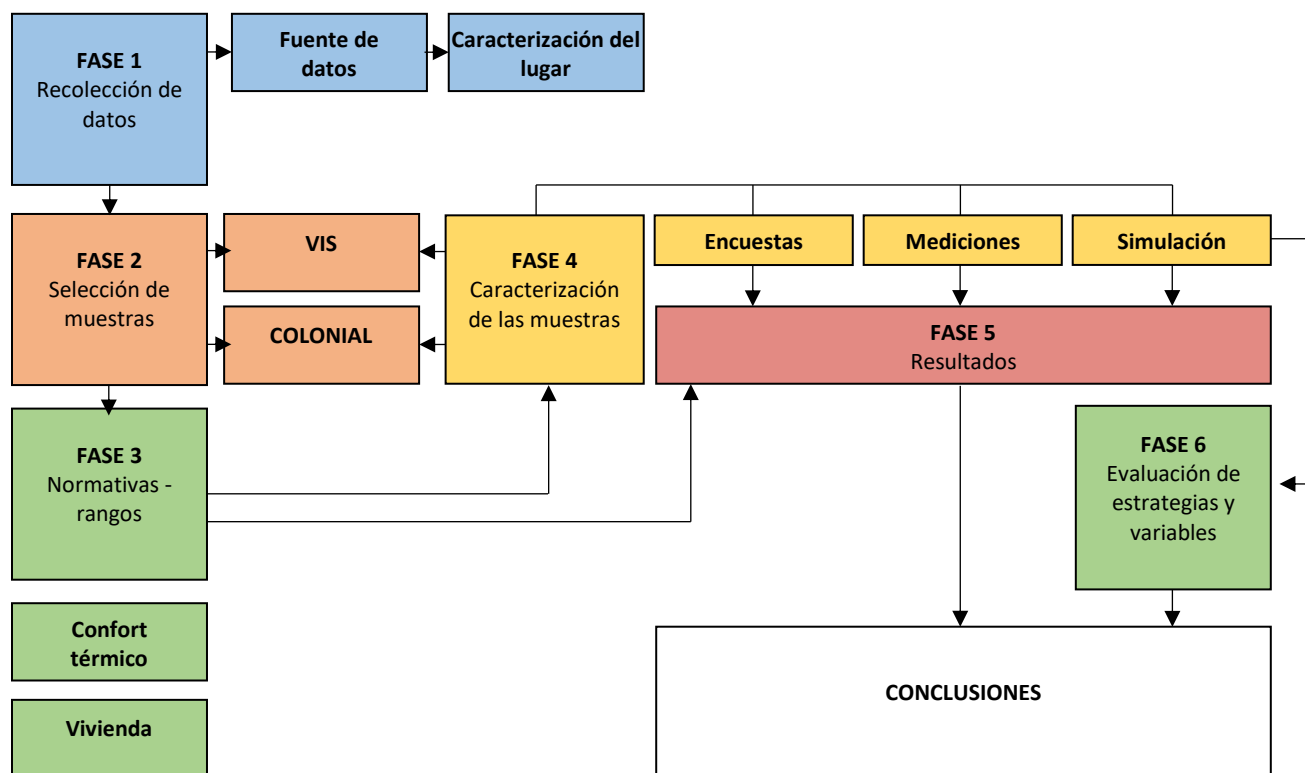


Imagen 11. Esquema metodológico. Fuente: elaboración propia. 2018

## **8.2. Instrumentos de recopilación de datos**

Para el desarrollo de esta investigación se destacan tres tipos de instrumento:

1. La ejecución de dos tipos de encuestas
  - a. No 1, Identificación de características físicas, demográficas, energía y confort
  - b. No 2, Evaluación de la sensación térmica del ocupante
2. Mediciones con instrumentos electrónicos de las temperaturas interiores (radiante, aire), humedad relativa y velocidad del viento.
3. Simulación térmica, en software especializado Desing Builder, de los datos volumétricos y caracterizaciones material de la envolvente.

Se desarrolla la implementación de encuestas estructuradas mediante información de levantamiento, la vivienda, el usuario y confort térmico.

## 9. Desarrollo

### 9.1. Fase 1 – Recolección De Datos

#### 9.1.1. Demografía.

La población del área de estudio de acuerdo al DANE su caracterización demográfica tiene una estructura poblacional por sexo en donde el 50,9% son hombres frente al 49,1% restante son mujeres y que, de acuerdo a la edad, refleja dos grandes grupos, comprendidos entre los 0 a 19 años y 35 a 54 en ambos sexos, caracterizando una población relativamente joven.

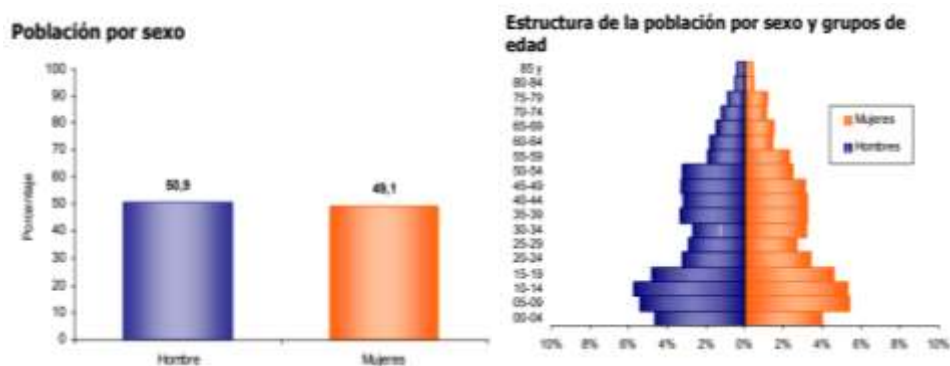


Imagen 12. Población y estructura de hogares. Fuente: DANE 2005

La densidad demográfica se centra en el área urbana, en donde la mayor parte de las viviendas son ocupadas entre 1-5 personas representada con promedio de 4.

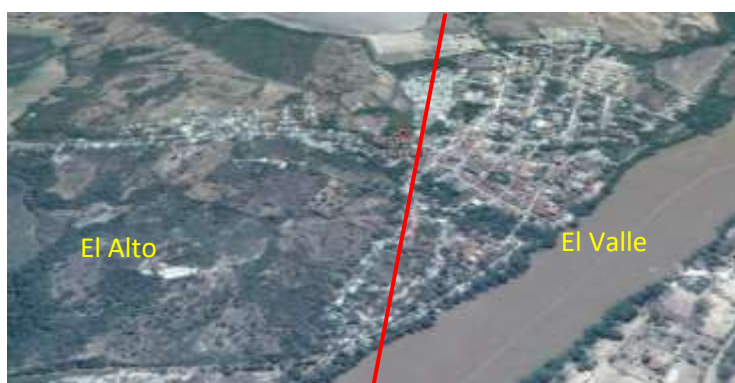
Se hace relevante esta información ya que, en términos de confort térmico, la ocupación de los espacios, el sexo y la edad son factores determinantes para la medición de rangos de confort adaptativo.



*Imagen 13. Ocupación de hogares. Fuente: DANE 2005*

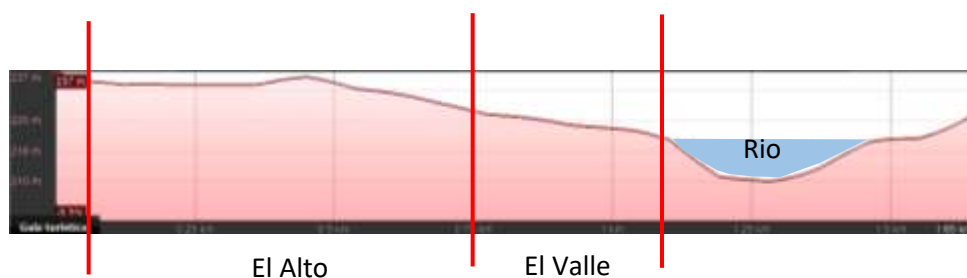
### **9.1.2. Topografía Y Accidentes Geográficos.**

De características propias al valle del río Magdalena, con áreas entre las cotas 225 y 269 metros sobre el nivel del mar, marcada por accidentes geográficos de tipo hidrológico perpendiculares al cauce del Magdalena, áreas perimetrales de carácter rural y con vegetación típica de suelos cálidos y un gran valle de alta densidad constructiva y cercano a la ronda hídrica del río Magdalena.



*Imagen 14. Relieve área estudio.  
Fuente: elaboración propia, tomado de Google Earth*

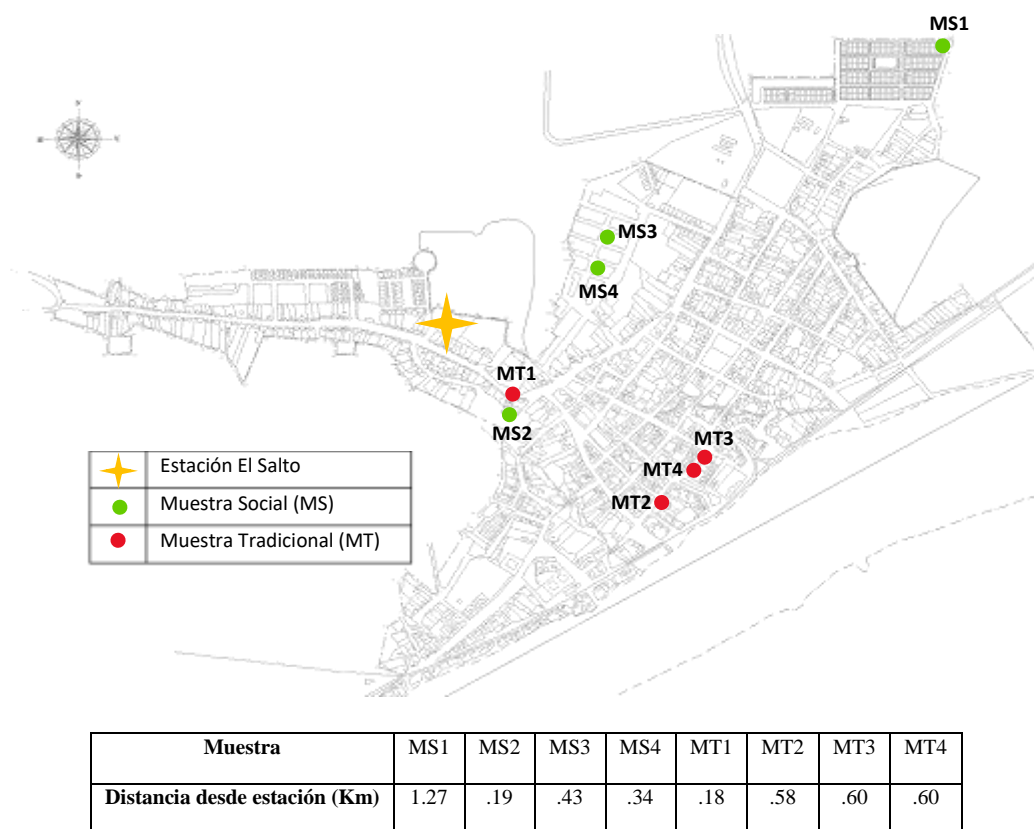
La topografía del lugar se reduce a dos grandes niveles, el cual han sido de gran importancia para el crecimiento urbano, el primero, denominado El valle, la zona más baja, en donde se dio el origen de la población por la relación cercana al cauce del río Magdalena y el segundo, El alto, área que ejerce predominio en su topografía al poseer la mayor altura dentro de la composición geográfica del territorio y que se desarrolló gracias a la conexión terrestre entre otros centros poblados y la capital del departamento Ibagué.



*Imagen 15. Sección topográfica transversal.  
Fuente: elaboración propia, tomado de Google Earth*

### **9.1.3. Caracterización Climática De Ambalema.**

Ambalema está a  $4^{\circ}47'$  de latitud norte,  $-74^{\circ}45'$  longitud oeste y a 231 metros de altitud. Con clima cálido húmedo, esta caracterización se basa en datos obtenidos del IDEAM, específicamente de los datos la estación meteorológica El Salto No 21255080 que se encuentra localizada dentro del perímetro urbano del municipio, como se evidencia en la siguiente imagen.

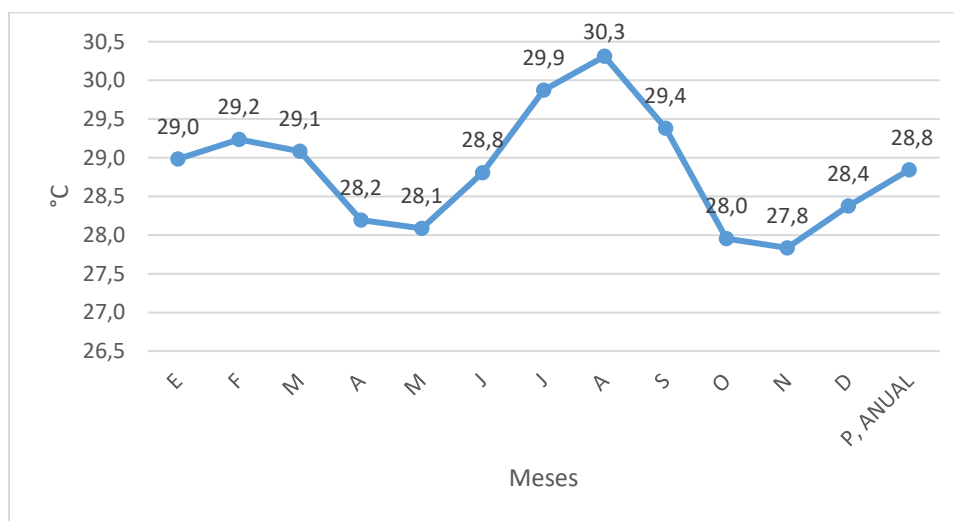


*Imagen 16. Ubicación estación El Salto y distancias a muestras de viviendas seleccionadas.  
Fuente: elaboración propia, 2019*

#### **9.1.3.1. Temperatura.**

La temperatura se analiza a partir de los datos obtenidos del IDEAM, producto del monitoreo durante los últimos 30 años en la estación meteorológica El Salto que analiza el área estudio y su contexto, como se presentó en la imagen anterior.

De esta forma se puede considerar un promedio mensual de temperatura media, entre los 27.8 °C en el mes de noviembre y los 30.3°C en el mes de agosto, con oscilación de 2.5°C y promedio anual de 28.8°C como bien se aprecia en la imagen No 17.



*Imagen 17. Temperatura media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018*

La temperatura máxima media en el año según el IDEAM, se encuentra entre los 32.5 °C en el mes de noviembre y los 35.8°C en el mes de agosto, presentando una oscilación de 3.3°C y promedio anual de 34.0°C, como se aprecia en la imagen No 18.



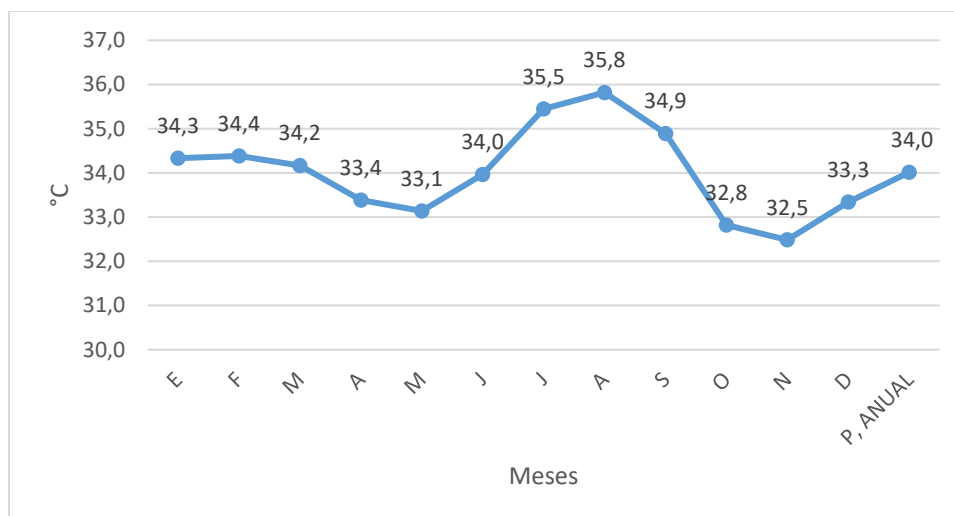


Imagen 18. Temperatura máxima media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

De igual forma el IDEAM, reporta la temperatura mínima media en el año, entre los 22.6 °C en el mes de octubre y los 23.3°C en los meses de febrero y marzo, presentando una oscilación de .7°C y promedio anual de 23.0°C como se aprecia en la imagen No 19.

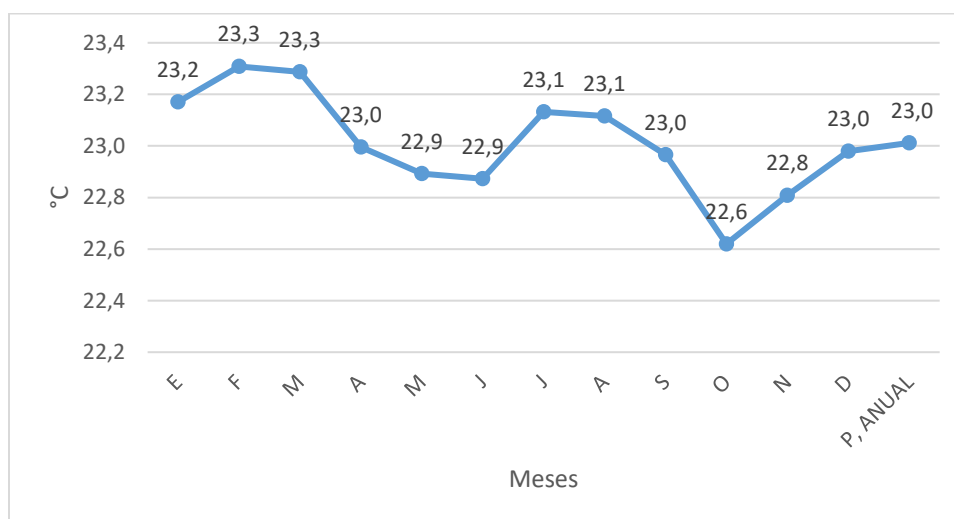


Imagen 19. Temperatura mínima media - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

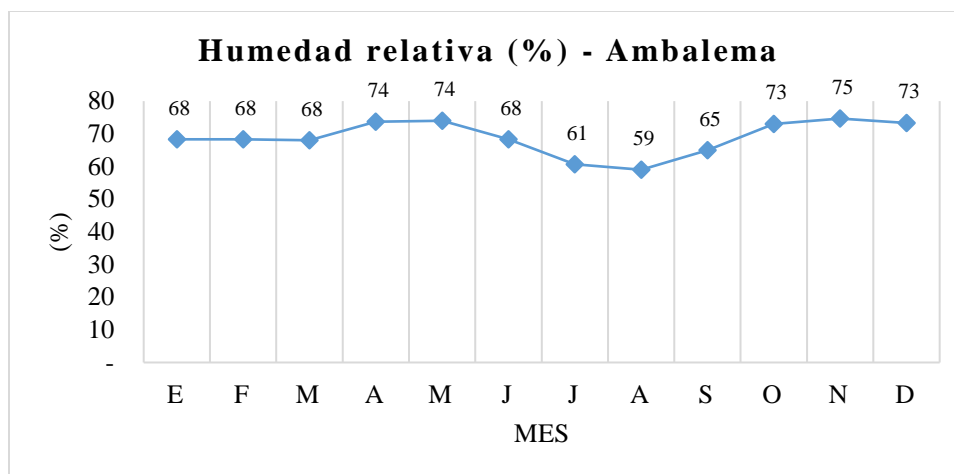
Como conclusión al comportamiento de la temperatura anual se puede destacar que Ambalema durante el año tiene variaciones en temperaturas máxima media hasta 3.3°C y en mínima media de 0.7°C, igual forma, se evidencia que, la variación promedio entre la máxima y mínima anual está en 2.6°C.

VARIABLE	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO ANUAL
TEMP. MEDIA	27.8°C	30.3°C	28,8°C
TEMP. MAXIMA MEDIA	32.5°C	35,8°C	34.0°C
TEMP. MINIMA MEDIA	22,6°C	23.3°C	23.0°C

*Tabla 7 Relación de variables climáticas y sus valores - Ambalema.  
Fuente: elaboracion propia, datos IDEAM 2018*

#### **9.1.3.2. Humedad Relativa.**

Según el IDEAM, la estación El Salto reporta porcentajes de humedad relativa durante el año entre 59% y 75%, siendo mayor en los meses de abril, mayo y noviembre y menor en agosto y julio como se aprecia en la imagen No 20.



*Imagen 20. Humedad relativa - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018*

#### **9.1.3.3. Precipitaciones.**

Según el IDEAM, la estación meteorológica El Salto, la precipitación anual es de 1347.3 mm. En el año las lluvias se distribuyen en dos periodos secos con máximo nueve días de lluvias por mes (diciembre – enero – febrero) (junio – julio – agosto) y dos lluviosos en donde puede llover aproximadamente 17 días por mes (marzo – abril – mayo) (septiembre – octubre noviembre).

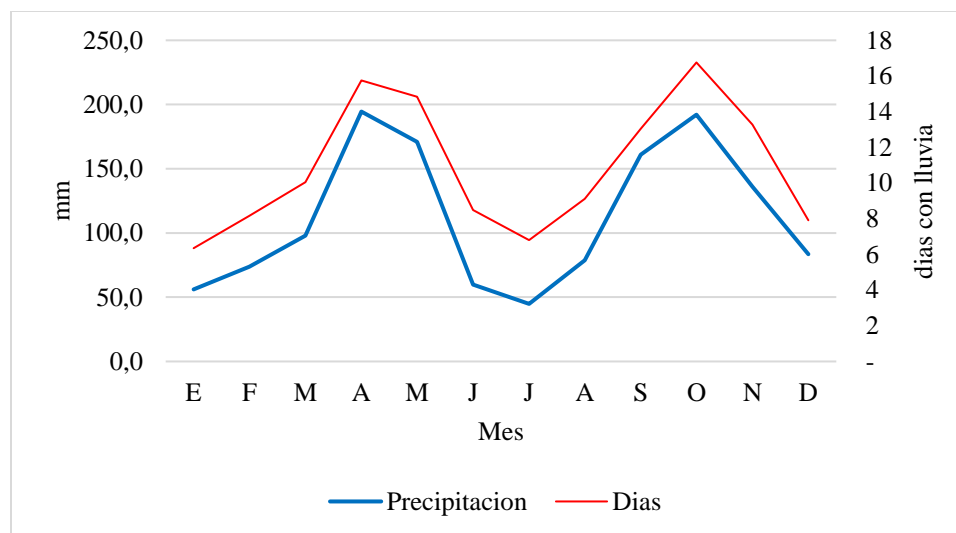


Imagen 21. Precipitación - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

#### 9.1.3.4. Vientos.

De acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica (el salto) y de los reportes climatológicos del IDEAM, los viento durante el año tienen comportamiento que marcan tres periodos de velocidad, medidos altura de 10 metros, el primero que comprende los meses de enero febrero y marzo, con velocidades de hasta 2.5 m/s, un segundo periodo entre los meses de junio, julio y agosto con velocidad de 6.5 m/s y en ultimas el periodo de octubre a diciembre con 3.5 m/s, el resto de año se evidencia los ciclos de transición a los periodos antes mencionados, entre abril y mayo el acenso a la mayor velocidad y octubre, el descenso, tal como se presenta en la imagen 31, de igual manera estas ráfagas provienen de diversas direcciones marcando un predominio sobre la dirección sureste y llegan a mantenerse en un periodo significante durante el año, imágenes 22 y 23.

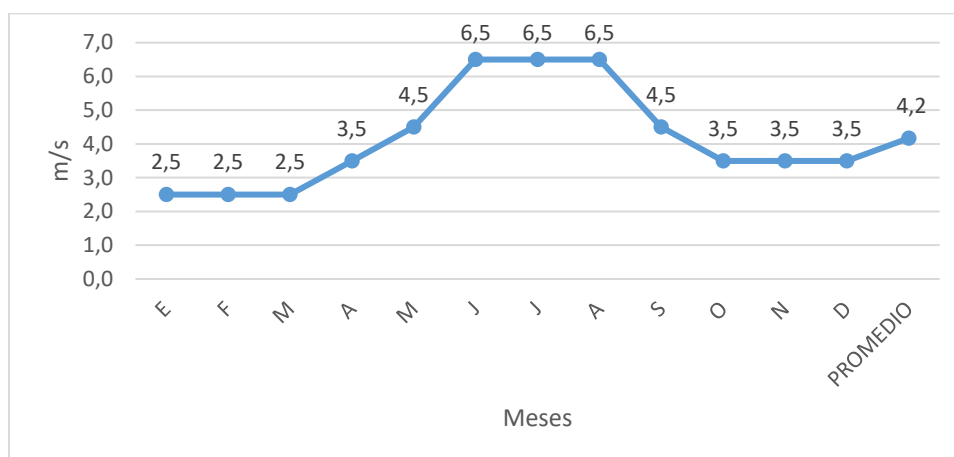


Imagen 22. Velocidad del viento - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
SSE	SO	NNO	SE	SE	SSE	SSE	SSE	SE	NEE	NNE	N

Imagen 23. Dirección de los vientos - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

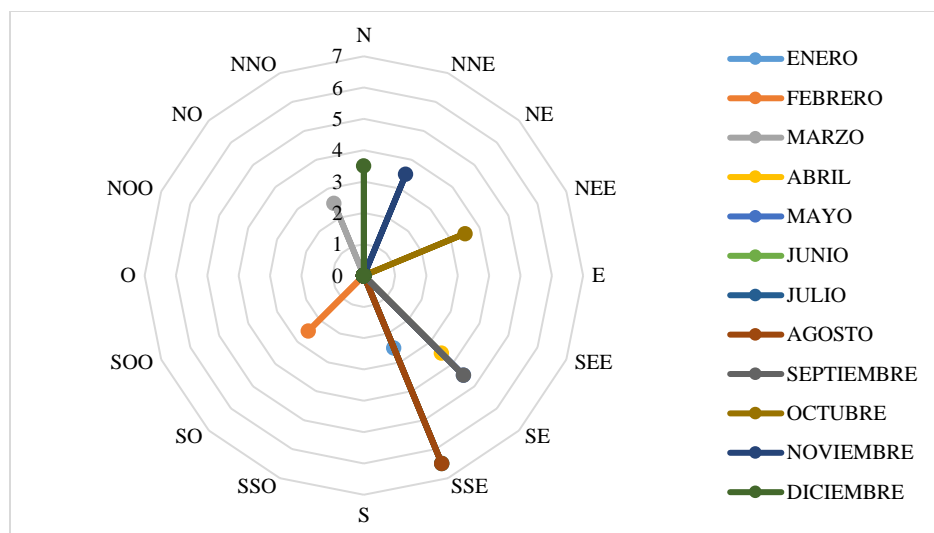
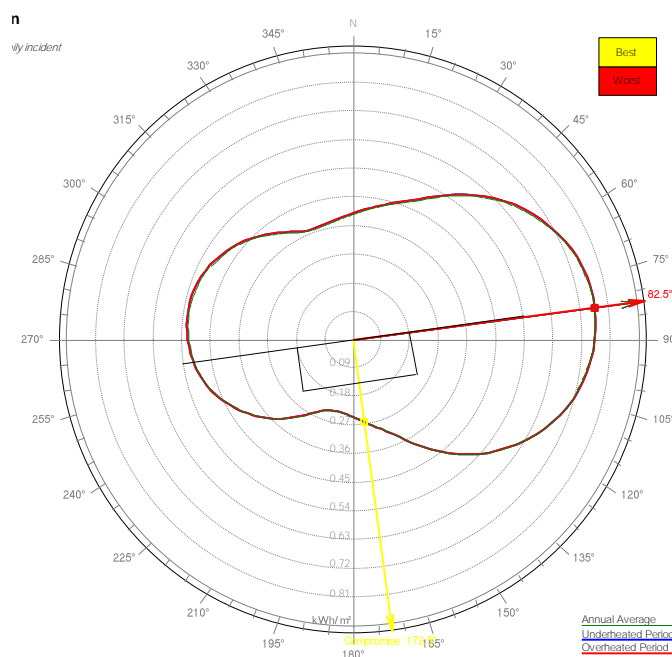


Imagen 24. Vientos predominantes - Ambalema. Fuente: elaboracion propia. 2018

#### 9.1.3.5. Radiación solar.

La inclinación ideal según el comportamiento de la trayectoria solar para el área estudio, está en la rotación desde el norte a  $172.5^\circ$  como se indica en la imagen No 25, las caras más largas o de mayor área deben estar orientadas perpendicularmente al eje que comprende los  $172.5^\circ$  y  $352.5^\circ$  norte sur, con la finalidad de minimizar las ganancias en radiación solar en horas de la mañana y tarde y que de esta manera permita mantener espacios con confort durante el día y la noche.

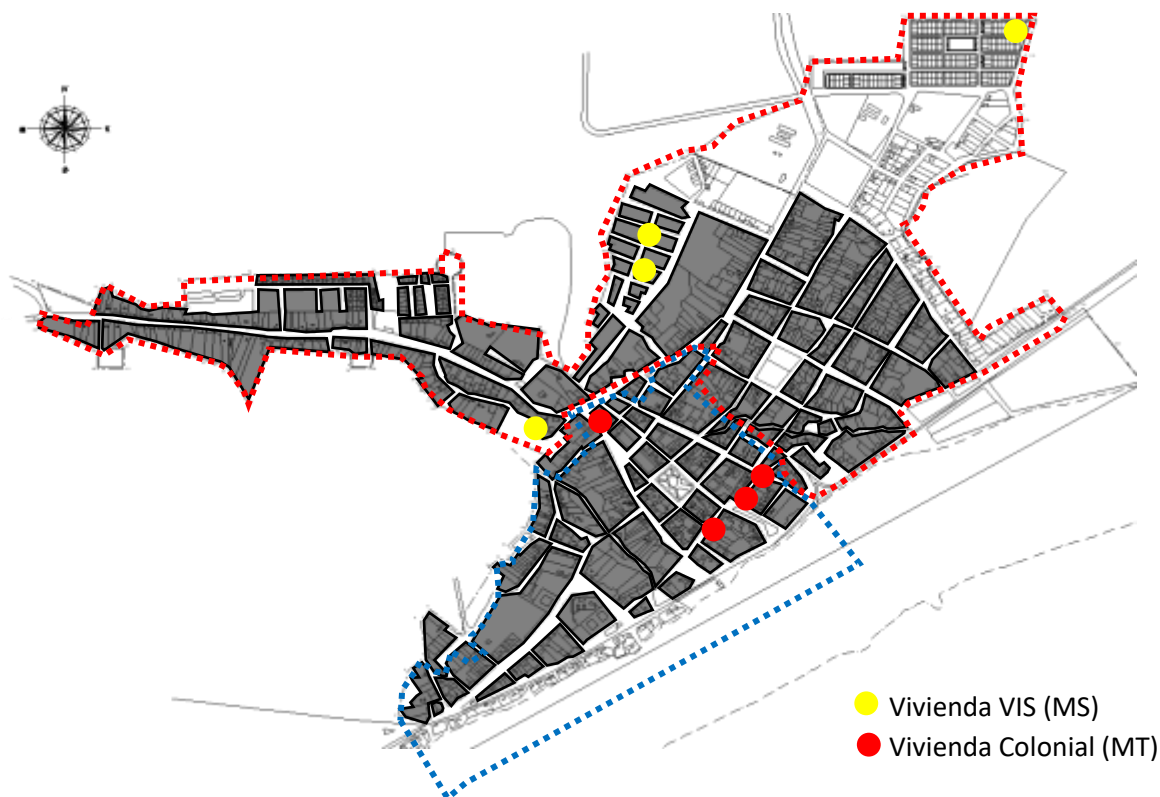


*Imagen 25. Mejor orientación – Ambalema.  
Fuente: elaboracion propia, Weather tool. 2018*

## 9.2. Fase 2 – Selección De Muestra

El trabajo se dividirá en dos grupos de casos, cada grupo centrado en un tipo de vivienda, el primero con cuatro muestras de vivienda de interés social y el segundo con cuatro de vivienda colonial, localizados todos en el área urbana del municipio.

El grupo uno representa la tipología desarrollada como respuesta a la demanda en el déficit de vivienda de los últimos años, el segundo grupo a la vivienda vernácula del lugar, que marco el desarrollo urbano y social en los inicios del municipio, se encuentran ubicadas a lo largo del centro urbano, tal como se evidencia en la imagen No 26



*Imagen 26. Plano de ubicación de casos estudio. Fuente: elaboracion propia. 2018*

En la siguiente tabla se muestran las ocho unidades casos estudio agrupadas de acuerdo a las tipologías antes mencionadas, en esta se puede observar las características formales, volumétricas y constructivas que serán evaluadas frente a la normatividad vigente y con referencia en base al confort térmico adaptativo y estático.

Unidades grupo 1 vivienda de interés social (MS)			





*Tabla 8 Relación de tipologías y muestras a evaluar. Fuente: elaboracion propia. 2018*

### **9.3. Fase III – Línea base - Identificación Y Análisis De Las Normatividades Vigentes En Base Al Confort Térmico**

#### **9.3.1. Normativa Local. Acuerdo Municipal.**

Dicta en función de la habitabilidad y al desarrollo de áreas y frentes mínimos para predios destinados a contener vivienda, adicionalmente da los índices de ocupación de áreas construidas en primer piso sobre el terreno y las características geométricas de los patios como área residual.

Normas Mínimas de Habitabilidad y Seguridad		
Iluminación y Ventilación.	Independientemente del uso o destinación o si se trata de construcciones nuevas, reformas o ampliaciones, todos los espacios habitables deberán proveerse de ventilación e iluminación natural, a través de fachadas, patios o vacíos interiores exceptuando los servicios sanitarios	
Áreas y frentes mínimos de lotes		
Tipo de vivienda	Frente mínimo	Área mínima
unifamiliar	5 m	60 m2
bifamiliar	6 m	72 m2
Trifamiliar	7 m	91 m2
multifamiliar	12 m	144 m2

Edificabilidad en Vivienda de Interés Social (VIS) (desarrollo)						
Tipo de vivienda	Índice de ocupación	Altura máxima (pisos)	Iluminación y ventilación			
			patios		Pacios adicionales	
			Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)	Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)
unifamiliar	87.5%	2.5	5.00	2.20	4.00	2.00
Bifamiliar	87.5%	3.5	6.25	2.50	6.25	2.50
Trifamiliar	87.5%	3.5	9.00	3.00	6.25	2.50
Edificabilidad en Vivienda NO-VIS. (desarrollo)						
Tipo de vivienda	Índice de ocupación	Altura máxima (pisos)	Iluminación y ventilación			
			patios		Pacios adicionales	
			Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)	Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)
unifamiliar	87.5%	2.5	5.00	2.20	4.00	2.00
Bifamiliar	87.5%	3.5	6.25	2.50	6.25	2.50
Trifamiliar	87.5%	3.5	9.00	3.00	6.25	2.50

Tabla 9 Parámetros normativos del orden local para el desarrollo de vivienda urbana.  
Fuente: elaboración propia, tomado de PBOT Ambalema. 2018

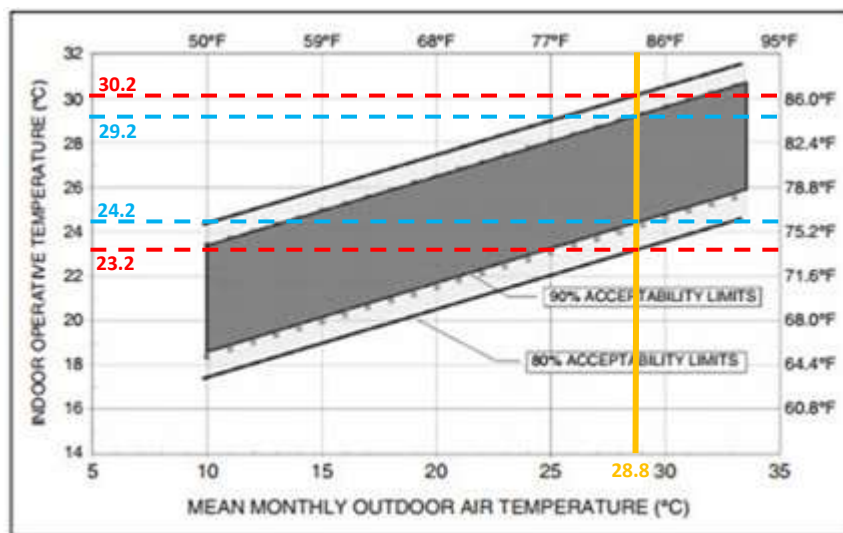


Imagen 27. Diagrama confort adaptativo Ambalema.  
Fuente: elaboración propia, tomado de ASHRAE 55.

De acuerdo a los 28.8°C de temperatura promedio anual en Ambalema, el ASHRAE 55 en su tabla de límites aceptables para el confort adaptativo, establece sobre el 90%, áreas privadas, un límite aceptable entre 24.2°C y 29.2°C y en el 80% en áreas de servicios y comunes, límite entre 23.2°C y 30.2°C

### 9.3.2. Confort Térmico – ASHRAE 55

Como determinador y evaluador se toma el ASHRAE 55, con lineamiento dictados en los modelos estáticos y adaptativos.

El modelo estático y sus índices de aceptabilidad (PMV y PPD) derivados de la percepción térmica de los ocupantes en donde las escalas de los resultados estarán dentro del rango de porcentaje estimado de insatisfechos y Voto medio estimado que indica la imagen 28.

Acceptable Thermal Environment for General Comfort	
PPD	PMV Range
<10	-0.5 < PMV < +0.5

*Imagen 28. Rangos de confort térmico bajo modelo estático. Fuente: ASHRAE 55*

Con el modelo adaptativo, evaluar la temperatura de bulbo seco frente al diagrama de la imagen 29 y determinar los rangos de aceptabilidad en donde se ubicarán las temperaturas operativas resultantes de las mejoras aplicadas a las muestras de la investigación.

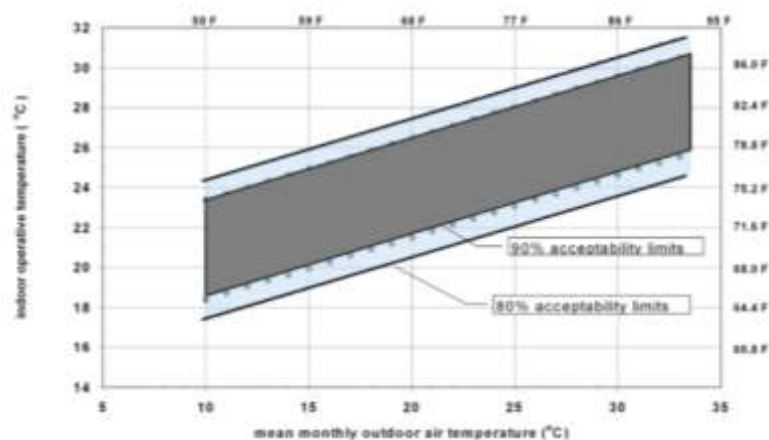


Imagen 29. Diagrama térmico modelo adaptativo. Fuente: ASHRAE 55

### 9.3.3. Ventilación Natural - ASHRAE 62.1

A manera específica y en base al objeto de esta investigación y al manejo del confort térmico, el ASHRAE 62.1 define los siguientes parámetros para ventilación natural:

- Espacio a ventilar deberá estar máximo a una distancia de 8 metros de la fuente.
- Dicha fuente deberá mantener constantemente un 4% de apertura.
- Espacios que no cuenten con una fuente directa, se debe asegurar un paso sin obstáculos por medio de otro espacio y la apertura deberá ser mínimo del 8%
- De acuerdo al área del espacio y la ocupación del mismo, se dictan ratas mínimas de ventilación en zona de respiración.

Categoría de ocupación	Rata de aire exterior para personas $R_p$		Rata de aire exterior del área $R_a$		Notas	Valores por defecto			Clase de aire
	cfm/persona	L/s/persona	cfm/plc <sup>2</sup>	L/s-m <sup>2</sup>		Densidad de ocupación (Ver Nota 4)	Rata combinada de aire exterior (Ver Nota 5)		
						#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/persona	L/s/persona	
Hotels, Motels, Condominios y dormitorios									
Alcoba/salón de estar	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Áreas de dormitorio, barracas	5	2.5	0.06	0.3		20	8	4.0	1
Áreas de lavandería central	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	2
Cuartos de lavandería con unidades compartidas	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Vestíbulo / pasillo de antesala	7.5	3.8	0.06	0.3		30	10	4.8	1
Asambleas multi-propósito	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1

Tabla 10 Ratas mínimas de ventilación en zonas de respiración en espacios residenciales.  
Fuente: ASHRAE 62.1 2018

#### 9.3.4. Implementación De Medidas Pasivas – Resolución 0549 De 2015

El objetivo de la resolución es direccionar al ahorro energético y del agua los diferentes tipos de edificaciones, según su uso y zona climática, para el caso de esta investigación, donde la vivienda es el objeto de análisis, cabe tener en cuenta las diferentes medidas que se relacionan en la matriz de implementación, al acogernos a estas, en especial a las que ayudan en el ahorro energético, pueden llevar al mejoramiento del confort térmico.

La utilización de soluciones activas para el mejoramiento del confort térmico de una vivienda intensifica el gasto energético en la misma, con la aplicación de estas medidas de naturaleza pasiva, podemos lograr además de un bajo gasto energético, un mejoramiento en el confort térmico interior, aun mas, cuando una de las tipologías objeto del análisis de esta

investigación, se desarrollan en nuestro contexto con costos muy limitados para lograr niveles aceptables de habitabilidad.

Sombreado horizontal	Vivienda VIP		Es relevante tomar como referencia en el análisis de todas las muestras seleccionadas en esta investigación; la característica climática de Ambalema, hace ineludible la aplicación de esta medida pasiva, esto conlleva a proteger la superficie exterior del muro y evitar transferencia de calor al interior de los espacios habitables.
	Vivienda VIS		
	Vivienda No VIS	x	
Sombreado vertical y horizontal combinado	Vivienda VIP		La medida es esencial para el desarrollo de la búsqueda del nivel de confort térmico apropiado y la evaluación de las condiciones existentes de las viviendas de Ambalema; se destaca en el comportamiento físico térmico de la envolvente como un factor pasivo que en gran parte desencadena en la conducta de las temperaturas interiores. Su aplicación conlleva a que las viviendas de Ambalema adopten materiales con un coeficiente de transmisión térmica (U) acorde al comportamiento de la temperatura exterior para que conlleve a la consecución de espacios térmicamente aceptados.
	Vivienda VIS		
	Vivienda No VIS	x	
Valor U muro	Vivienda VIP		El índice de reflectancia de los componentes materiales de la envolvente, debe conllevar a la
	Vivienda VIS		
	Vivienda No VIS	x	
Valor U cubierta	Vivienda VIP		El índice de reflectancia de los componentes materiales de la envolvente, debe conllevar a la
	Vivienda VIS		
	Vivienda No VIS	x	
Reflectividad del muro	Vivienda VIP		El índice de reflectancia de los componentes materiales de la envolvente, debe conllevar a la
	Vivienda VIS		

	Vivienda No VIS	x	consecución de niveles aceptados de confort térmico interior, el manejo de materiales con propiedades físicas que permitan reflejar la incidencia solar directa e indirecta contribuyen en el ambiente interior de las viviendas y más cuando los niveles de radiación son relevantes en el contexto. esta investigación no puede descocer, por tanto, se involucra como referente para el análisis, evaluación y planteamientos.
Reflectividad de cubierta	Vivienda VIP		
	Vivienda VIS		
	Vivienda No VIS	x	

*Tabla 11 Medidas pasivas para la creación de vivienda nueva.  
Fuente: elaboración propia, tomado de Res. No 0549 de 2016*

### **9.3.5. Criterios Ambientales Para El Diseño Y Construcción De Vivienda Urbana – Guía Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible.**

Se incluye como una matriz de criterios pasivos, que buscan orientar los desarrollos y los procesos de mejoramiento en la vivienda, hacia la integración con el contexto inmediato, llevando siempre como objetivo el bienestar del ocupante; La muestra de rangos y características es importante en las soluciones que indagan niveles aceptados de confort térmico, llegando a la adopción de medidas descritas en esta, para ser implementadas en los diferentes componentes de las edificaciones evaluadas, logrando los niveles de confort requeridos.

Como bien se sabe, la envolvente en gran parte define el nivel de confort deseado; Es aquí donde una buena elección de la forma, volumen y materialidad combinado con una buena orientación, resulta aceptada solución a las exigencias térmicas del lugar.

Criterio	Descripción	
adecuada conformación del espacio habitable	Planta	De forma rectangular y circulación perimetral. Tiende a formas cuadradas en soluciones pequeñas. Corredores cubiertos por aleros que protegen de la lluvia y el sol. Fachadas abiertas.
	Corte	Tipo de techo muy inclinado, con pendientes superiores a 35°, para que corra la lluvia. Altura libre mínima de 2,50 m, con promedio 2,70 mm. Muros livianos para que no conserven la humedad, de poca densidad y baja conductividad térmica. Ventanas grandes en fachada para mejorar la ventilación.
	Alzado	Fachadas rectangulares en los costados largos y cuadradas en los cortos, con superficies lisas y de colores. Cubiertas muy pendientes, a cuatro aguas. Techos y muros livianos, con ventanas superiores de ventilación cambios de niveles o pendientes de cubierta. Ventanas grandes en fachada para mejorar la ventilación.
	volumen	Compacto hacia el centro del volumen y fachadas abiertas, cubierta de forma piramidal. Corredores abiertos con grandes aleros, donde el aire fresco circula y permite la ventilación de los recintos. Piso elevado para evitar la humedad del suelo.
Uso de materiales regionales	Aprovechamiento de los materiales disponibles en la zona donde se desarrolla el proyecto, incluyendo los tradicionales y culturalmente arraigados, emblemáticos o representativos, producidos de manera sostenible, garantizando la restitución paisajística y la renovación de los recursos naturales.	
aplicar las propiedades físicas de los materiales	Selección de materiales y sistemas pasivos para el manejo de las condiciones de temperatura, iluminación y acústica del edificio, de acuerdo con las características y propiedades físicas, masa o inercia térmica y, comportamiento lumínico y acústico, aprovechando su aporte para la reducción del consumo energético y mejorar las condiciones de climatización interior.	
uso eficiente de la iluminación natural	Implementación de la iluminación natural de los espacios interiores mediante aperturas como puertas, ventanas, claraboyas, lucernarios, y otros dispositivos que permiten la transmisión, dispersión y reflexión de la luz solar. Su aprovechamiento óptimo se establece, cuando se suministra al órgano de la visión suficientes condiciones lumínicas en cantidad, calidad y distribución, generando un adecuado ambiente visual, cumpliendo con los requerimientos de iluminación para las diversas actividades domésticas. Este criterio es aplicable en todas las zonas climáticas establecidas en el presente estudio.	
	Norte	Es la óptima orientación para las ventanas de cualquier espacio, ya que los planos orientados hacia el norte reciben menor radiación solar. Permite la orientación de ventanas grandes para espacios que requieren



		alta iluminación: estudios y salones, ya que no necesitan protección o control a la radiación solar. Son aceptables orientaciones levemente hacia el noreste en zonas cálidas secas o hacia el noroeste en zonas cálidas húmedas, si se requieren.
	Sur	Hacia el sur, reciben radiación solar todo el año de manera predominantemente vertical. Permite ventanas medias para espacios con menores requerimientos de iluminancia: alcobas y comedores, siempre y cuando se disponga de aleros de protección a la radiación solar directa. Son aceptables orientaciones levemente al sureste en zonas cálidas secas o al suroeste en zonas cálidas húmedas, si se requieren.
	Este	Se debe evitar la orientación de ventanas al este, por la radiación solar directa en la mañana, que se presenta durante todo el año. Se pueden localizar ventanas pequeñas, siempre con dispositivos de control (de 7:00 a 10:30 a.m.), que impidan la penetración de los rayos solares al interior de la vivienda. Se pueden localizar baños, depósitos o zonas de servicios
	Oeste	La radiación solar directa en ventanas con dirección hacia el oeste, aumenta la temperatura interior en la tarde, durante todo el año; con mayor razón se debe evitar esta orientación. Son aceptables ventanas pequeñas, con sistemas de control (de 1:30 a 5:00 p.m.), que impidan la radiación solar al interior de la vivienda. Se pueden localizar baños, lavandería o zonas de servicios. Las zonas climáticas cálidas secas y húmedas presentan similares requerimientos en materia de orientación. Las fachadas largas y con aperturas se orientan al norte o al sur con aleros, se deben evitar las aperturas hacia el este y el oeste.
Uso eficiente de la ventilación natural	Es la renovación del aire interior de una edificación mediante la adecuada ubicación de aperturas, pasos o conductos, aprovechando las depresiones o sobre presiones creadas en el edificio por el viento, la humedad o convección térmica del aire, sin que sean necesarios sistemas que impliquen consumo energético convencional. La optimización de la ventilación natural se obtiene con una corriente de aire que circula entre ventanas situadas en fachadas encontradas y comunicadas, y su eficacia depende de la diferencia de temperatura entre el aire que entra y el aire que sale y del caudal de ventilación: a mayor diferencia y caudal mayor será la capacidad de enfriamiento.	
	Unilateral	No es recomendable para este clima ya que la humedad exterior generalmente es mayor a la interior. Se deben evitar al máximo corrientes húmedas. Se recomienda ventilación entre doble cubierta y entre piso y suelo. Techumbre de succión.
	Cruzada	Debe ser óptima en todos los espacios habitables, con aperturas en costados opuestos. Implementación de aperturas entre diferentes niveles de cubiertas. Evitar al máximo corrientes húmedas.
	Aperturas	Aperturas máximas al eje eólico y mínimas opuestas a este. Nivel de entrada en la parte baja o media del muro, no mayor a la altura de los ocupantes. La corriente de abajo (entrada) hacia arriba (salida), generando una brisa que refresca el ambiente interior y entra en contacto con las personas.
	Orientación	Aperturas amplias orientadas al norte para evitar la radiación solar y hacia el eje eólico. Es recomendable la orientación al noreste. Fachadas

		al oeste, suroeste y noroeste cerradas o vanos muy pequeños con control solar.
Uso eficiente de la asolación	Es la exposición de los planos de fachada y cubierta (envolvente del edificio) a la radiación solar directa, para su aprovechamiento de manera tal, que, de acuerdo con la inercia térmica de los materiales, se pueda estabilizar la temperatura interior del edificio. Es el elemento fundamental de análisis para el diseño solar pasivo, ya que en gran medida determina las condiciones de temperatura en los espacios interiores; se utilizan muros o pisos como acumuladores térmicos, que absorben el calor durante el día y lo irradian en la noche.	
	Casas aisladas	Fachada principal más larga al noreste evitando la radiación solar, con asoleo en las primeras horas de la mañana. Hacia el sureste y noroeste las fachadas laterales más cortas, deben ser cerradas o con ventanas pequeñas. Fachada posterior al suroeste, con asoleo continuo, requiere de protección con aleros.
	Casas pareadas	Fachadas principales más largas al noreste evitando la radiación solar, con asoleo en las primeras horas de la mañana. Hacia el sureste y noroeste las fachadas laterales más cortas, deben ser cerradas o con ventanas pequeñas. Fachadas posteriores al suroeste, con protección a la radiación solar directa.
	Casas adosadas	Fachada principal más corta al noreste con asoleo en las primeras horas de la mañana. Fachadas laterales con vecinos no afectan. Fachada posterior al suroeste, requiere protección a la radiación solar todo el tiempo.
	Una crujía	Fachada principal al noreste evitando la radiación solar y con asoleo en las primeras horas de la mañana. Fachadas laterales más cortas, cerradas o con ventanas pequeñas y control solar en la mañana y en la tarde. Crujía sobre fachada posterior al suroeste actuando como filtro a la radiación solar.
	Doble crujía	Una fachada principal al noreste evitando la radiación solar y con asoleo en las mañanas. Fachadas laterales con pequeñas aperturas o sin ellas, con control solar en la mañana y en la tarde. La otra fachada principal al suroeste, ventanas y aperturas con dispositivos de control a la radiación solar.
	Muros	Muro con alta inercia térmica, o con material aislante, con la cara exterior pintada en color negro u oscuro, y recubrimiento interior claro y poroso.
		Cámara bajo cubierta, de unos 10cm de altura recubierta con vidrio, policarbonato o polietileno, preferentemente oscuro, con tomas de aire del interior y salidas al exterior
	Pisos y entrespisos	Losas de concreto macizas que pueden estar enterradas, con impermeabilización en polietileno transparente, para facilitar el intercambio térmico con el terreno.
		Pisos y losas aéreas en concreto con baldosas de porcelana, cerámicas, gres o de cemento, en colores claros que reducen la acumulación de calor.
	Zonas exteriores	En zonas de baja pluviosidad no se requieren mayores áreas de infiltración. Se puede usar material pétreo, adoquines cerámicos o losas de concreto, con poca superficie filtrante.

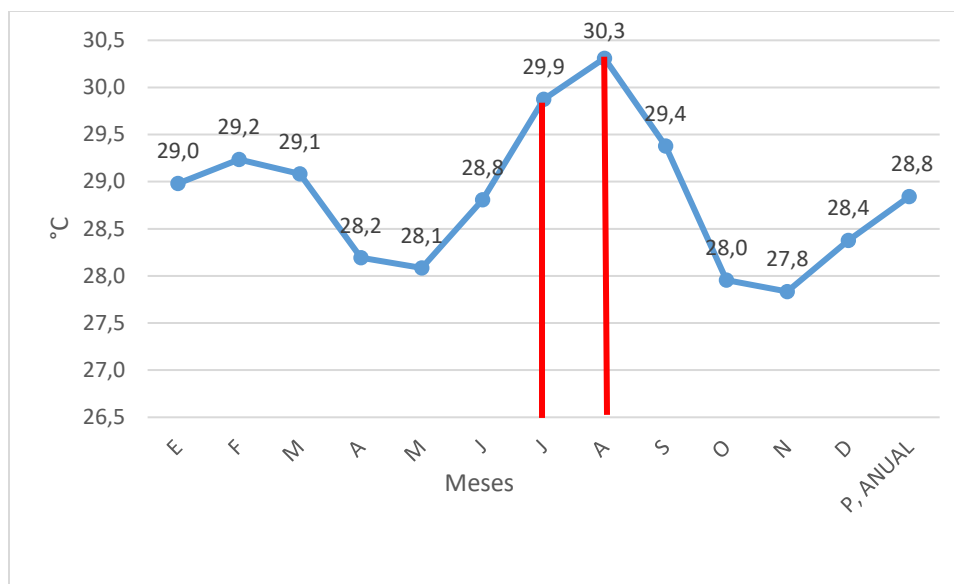
		Bases contenidas mediante mantos permeables; no se recomienda el uso de filtros o drenajes que no tengan alguna función estructural definida.
--	--	---

*Tabla 12 Criterios de diseño para vivienda urbana.  
Fuente: elaboracion propia, tomado de Min Ambiente y desarrollo 2018*

#### **9.4. Fase IV – Identificación Del Comportamiento Térmico De Las Muestras**

##### **9.4.1. Selección Del Periodo Estudio.**

La aplicación del análisis y métodos de investigación a las muestras seleccionadas se realiza en el periodo del año que tiende a mantener un ambiente con sobrecalentamiento y basado en la teoría del confort adaptativo de la norma ASHRAE 55, por este motivo se ha seleccionado el periodo del año correspondiente a los meses de julio y agosto, que registran el promedio de temperatura de bulbo seco con mayor nivel como se aprecia en la figura No 37, de igual manera se caracteriza específicamente las condiciones de las variables climáticas del periodo.



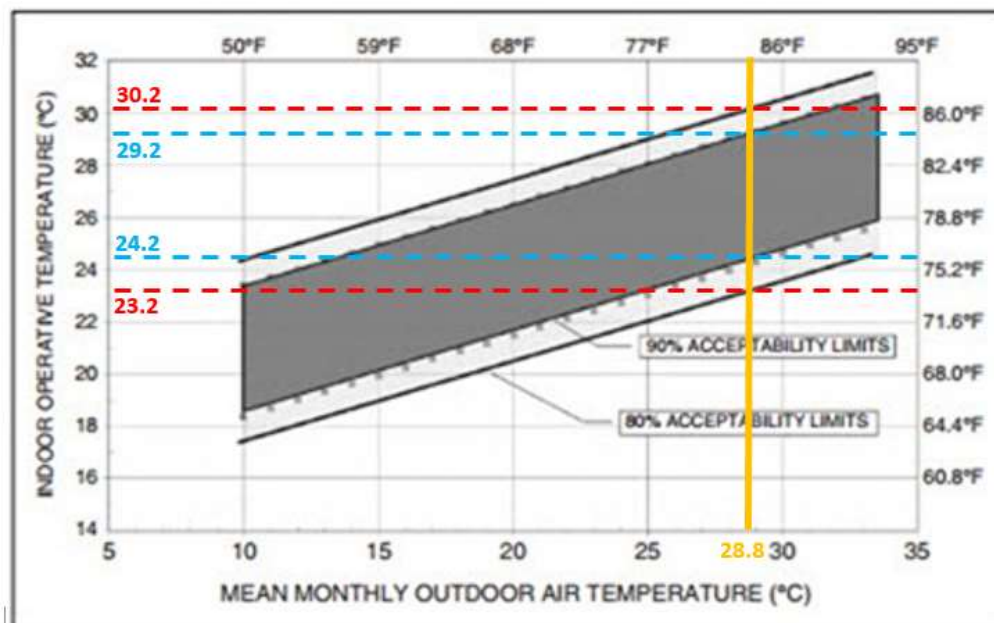
*Imagen 30. Periodo de nivel maximo de temperatura media de bulbo seco - Ambalema.  
Fuente: elaboracion propia. 2018*

#### **9.4.2. Obtención Del Límite De Confort Térmico.**

Basados en el modelo adaptativo del estándar ANSI/ASHRAE 55, 2004, método opcional para determinar las condiciones térmicas aceptables en espacios naturalmente acondicionados, tenemos que si la temperatura media del aire o bulbo seco (Tbs) es 28.8°C, los límites de confort térmico estarían definidos de la siguiente manera:

80% limite aceptable: 23.2°C – 30.2°C

90% limite aceptable: 24.2°C – 29.2°C



*Imagen 31. Limite aceptable de confort térmico adaptativo.  
Fuente: elaboracion propia. 2018, Ashrae 55*

### 9.4.3. Definición De Las Características De Las Muestras.

Los modelos casos estudios de esta investigación, están centrados bajo la tipología de dos grupos de vivienda, compuesto por cuatro unidades de características físicas similares y de ubicación variada a lo largo de la superficie urbana del sitio de estudio.

El primer grupo es el reflejo de la arquitectura de uso residencial provenientes de desarrollos en masa y respuesta al déficit de vivienda que presenta el municipio de Ambalema, se trata de vivienda unifamiliar compuesta por espacios mínimos habitables, de volumetría adosada, materialidad exterior básica, compuesta por muros en ladrillo y/o bloque, pañetados con mortero

de cemento y arena, recubiertos con capas de pintura a base de agua o aceite, de cubiertas con estructura metálicas tipo correa y tejas de fibrocemento como se muestran las siguientes tablas.

Grupo: 1 – vivienda interés social		No. de muestra: uno (1)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Cerámica		
<b>Muros ext.:</b>	Bloque, Pañete y pintura	<b>Área:</b>	54.6 m <sup>2</sup>
<b>Muros int.:</b>	Bloque, Pañete y pintura	<b>Ocupación:</b>	4 personas
<b>Cubierta:</b>	Fibrocemento	<b>% Relación V/P</b>	27/73

Tabla 13 Caracterización muestra MS1. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 105 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 54.6 metros cuadrados en un único piso y cuenta con dos habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio como área de futuro desarrollo, denominado patio y donde se desarrollan actividades de lavado y secado de ropas por su exposición al sol.

Esta vivienda está construida con Muros en bloque de arcilla No 4 recubiertos en mortero de cemento como pañete, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros alistados en mortero de cemento y acabado en cerámica lisa y cubierta de estructura metálica y

tejas de fibrocemento y carpintería metálica con vidrio el cual representan el 27% de los muros tal como se observa en la tabla No 13.


Grupo: 1 – vivienda interés social		No de muestra: dos (2)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Tablón de gres		
<b>Muros ext.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Área:</b>	114.5 m2
<b>Muros int.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Ocupación:</b>	5 personas
<b>Cubierta:</b>	Fibrocemento/Teja de Barro	<b>% Relación V/P</b>	25/75

Tabla 14 Caracterización muestra MS2. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 203 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 114.5 metros cuadrados en un único piso y cuenta con tres habitaciones, dos baños, cocina, sala, comedor y un patio, y donde se desarrollan actividades de jardinería y lavado y secado de ropas por su exposición al sol.

Esta vivienda está construida con Muros en ladrillos de arcilla recubiertos en mortero de cemento como pañete, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros alistados en mortero de cemento y acabado en tablón de gres rustico, cubierta de estructura

metálica con sistema de tejas combinado (fibrocemento + teja de barro) y carpintería en madera el cual representan el 25% de los muros, tal como se observa en la tabla No 14

<b>Grupo:</b> 1 – vivienda interés social		<b>No de muestra:</b> Tres (3)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto afinado		
<b>Muros ext.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Área:</b>	95.6 m2
<b>Muros int.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Ocupación:</b>	4 personas
<b>Cubierta:</b>	Teja de zinc	<b>% Relación V/P</b>	34/66

*Tabla 15 Caracterización muestra MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018*

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 105 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 95.6 metros cuadrados en un único piso y cuenta con cuatro habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio, donde se desarrollan actividades de lavado y secado de ropas.

Esta vivienda está construida con Muros en ladrillo de arcilla recubiertos en mortero de cemento como pañete, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado



con acabado liso y cubierta de estructura metálica y tejas de fibrocemento y carpintería metálica con vidrio el cual representan el 34% de los muros, tal como se observa en la tabla No 15

Grupo: 1 – vivienda interés social		No de muestra: Cuatro (4)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto afinado		
<b>Muros ext.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Área:</b>	59.85 m <sup>2</sup>
<b>Muros int.:</b>	Ladrillo, Pañete y pintura	<b>Ocupación:</b>	4 personas
<b>Cubierta:</b>	Teja de zinc	<b>% Relación V/P</b>	18/82

Tabla 16 Caracterización muestra MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 105 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 59.85 metros cuadrados en un único piso y cuenta con dos habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio, donde se desarrollan actividades de jardinería, lavado y secado de ropas.

Esta vivienda está construida con Muros en ladrillo de arcilla recubiertos en mortero de cemento como pañete, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado

con acabado liso y cubierta de estructura metálica y tejas de fibrocemento y carpintería metálica el cual representan el 18% de los muros, tal como se observa en la tabla No 16

El segundo grupo, la vivienda colonial, arquitectura tradicional y representativa del municipio, compuesto por amplios espacios habitables, muros en bahareque y cubiertas de teja de barro y zinc, volumetría adosada y de cumbre de doble altura, como se presentan en la siguiente tabla.

<b>Grupo: 2 – vivienda colonial</b>		<b>No de muestra: uno (1)</b>	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto liso		
<b>Muros ext.:</b>	Bahareque	<b>Área:</b>	83 m2
<b>Muros int.:</b>	Bahareque	<b>Ocupación:</b>	2 personas
<b>Cubierta:</b>	Zinc	<b>% Relación V/P</b>	13/87

*Tabla 17 Caracterización muestra MT1. Fuente: elaboracion propia. 2018*

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 133 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 83 metros cuadrados en un único piso y cuenta con

tres habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio expuesto, donde se desarrollan actividades de jardinería, lavado y secado de ropas.

Esta vivienda está construida con Muros en bahareque recubiertos en pintura de cal, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado liso, cubierta de estructura en madera, tejas de zinc y carpintería en madera el cual representan el 13% de los muros, tal como se observa en la tabla No 17

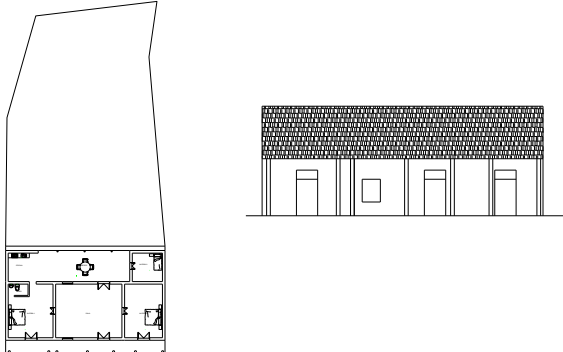
Grupo: 2 – vivienda colonial		No de muestra: dos (2)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto liso		
<b>Muros ext.:</b>	Bahareque	<b>Área:</b>	192.40 m2
<b>Muros int.:</b>	Bahareque	<b>Ocupación:</b>	2 personas
<b>Cubierta:</b>	Teja de barro	<b>% Relación V/P</b>	25/75

Tabla 18 Caracterización muestra MT2. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 656.15 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 192.40 metros cuadrados en un único piso y cuenta con tres habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio expuesto, donde se desarrollan actividades de jardinería.

Esta vivienda está construida con Muros en bahareque recubiertos en pintura de cal, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado liso, cubierta de estructura en madera, tejas de barro y carpintería en madera el cual representan el 25% de los muros, tal como se observa en la tabla No 18

Grupo: 2 – vivienda colonial		No de muestra: tres (3)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto liso		
<b>Muros ext.:</b>	Bahareque	<b>Área:</b>	146.81 m <sup>2</sup>
<b>Muros int.:</b>	Bahareque	<b>Ocupación:</b>	2 personas
<b>Cubierta:</b>	Teja de barro	<b>% Relación V/P</b>	15/85

Tabla 19 Caracterización muestra MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 341.26 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 146.81 metros cuadrados en un único piso y cuenta con dos habitaciones, un baño, cocina, sala, comedor y un patio expuesto, donde se desarrollan actividades de jardinería.

Esta vivienda está construida con Muros en bahareque recubiertos en pintura de cal, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado liso, cubierta de estructura

en madera, tejas de barro y carpintería en madera el cual representan el 15% de los muros, tal como se observa en la tabla No 19.

Grupo: 2 – vivienda colonial		No de muestra: cuatro (4)	
			
<b>Materialidad:</b>			
<b>Pisos:</b>	Concreto liso		
<b>Muros ext.:</b>	Bahareque	<b>Área:</b>	147.17 m2
<b>Muros int.:</b>	Bahareque	<b>Ocupación:</b>	2 personas
<b>Cubierta:</b>	Teja de barro	<b>% Relación V/P</b>	17/83

Tabla 20 Caracterización muestra MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018

El lote en el cual se implanta esta vivienda tiene una superficie de 306.60 metros cuadrados, la unidad básica tiene un área construida de 147.17 metros cuadrados en un único piso y cuenta con tres habitaciones, estudio, un baño, cocina, sala, comedor y un patio expuesto, donde se desarrollan actividades de jardinería.

Esta vivienda está construida con Muros en bahareque recubiertos en pintura de cal, pisos estructurados con una placa de concreto de diez centímetros afinado liso, cubierta de estructura en madera, tejas de barro y carpintería en madera el cual representan el 17% de los muros, tal como se observa en la tabla No 20

#### **9.4.4. Tratamiento De Datos.**

El proceso se inicia con la evaluación de cada modelo caso estudio, bajo los criterios y normas anteriormente mencionadas, con el propósito de obtener el nivel de cumplimiento a los parámetros dictados e identificar las falencias de orden físico y espacial en que se encuentran, para esto se emplea una matriz en Excel donde se incluye el parámetro e índice normativo y frente a este se incluye el valor arrojado por cada modelo caso estudio logrando obtener el grado de cumplimiento.

Adicionalmente, se elaboró simulaciones mediante el software Desingbuilder, con motor de cálculo EnergyPlus, modelando cada una de las volumetrías y espacios con sus correspondientes características de cerramiento, actividad y materialidad, vinculando al interfaz de trabajo el archivo climático obtenido mediante la interpolación de puntos geográficos y estaciones en la utilización de los softwares Meteonorm y Weather tool.

El propósito del desarrollo de estas modelaciones y simulaciones es la consecución de la información de variables térmicas de cada uno de los espacios componentes, las temperaturas radiantes, operativas y del aire, de esta misma forma obtener el CFD para visualizar el comportamiento interno del viento como sistema de ventilación natural en cada uno de los modelos caso estudio.

Seguido a lo anterior, los resultados obtenidos fueron enviados al programa de Excel con el fin de graficar la información de manera integral para superponer los límites de confort

adaptativo para establecer el número de horas dentro de la zona de confort durante el periodo más cálido (julio 1 a agosto 31), obtenido en la información recibida del IDEAM.

Adicionalmente se implementan dos modelos de encuestas con el objeto de analizar la percepción de los habitantes frente al comportamiento térmico de cada modelo caso estudio, y se diseñaron bajo la siguiente estructura:

Encuesta No1 Caracterización Demografía, Edificación Y Confort.

Información general

Población

Confort térmico

Espacio y vegetación

Iluminación y color

Acústica

Confort olfativo

Energía

Mediciones

Con la anterior estructura se busca obtener información de ocupación, materialidad, consumo energético, conducta térmica derivada de la materialidad y la envolvente; al igual que la percepción del confort en factores como iluminación, acústica y temperatura frente al comportamiento de la vivienda.

## Encuesta No2 Análisis Del Confort Térmico

Información general

Nivel de arropamiento

Nivel de metabólico (actividad)

En esta segunda encuesta, su objetivo fue la evaluación de la sensación térmica del ocupante, basados en el modelo estático de Fanger.

El trabajo de campo correspondiente a las encuesta y medición de temperaturas y humedad relativa, desarrollado durante el día 9 de julio de 2018 y con una repetición de mediciones el día 17 de agosto de 2018, con el fin de abarcar un día de cada mes del periodo cálido anteriormente mencionado, los datos obtenidos fueron exportados a Excel con el fin de generar gráficas y tabulaciones que reflejaran el comportamiento individual y grupal de los modelos evaluados frente a los rangos y modelos de confort

Los aspectos relevantes en la metodología de campo para la aplicación de la encuesta fueron los siguientes:

- aplicación durante el periodo más cálido, fundamentado en los datos obtenidos en el IDEAM (julio agosto)
- aplicación de una sola encuesta por caso estudio
- aplicación de las encuestas de manera simultánea en el horario de 9:00 – 11:00 am
- persona a encuestar con rango de edad entre 18 y 60 años



- ubicar a las personas en una silla, de tal manera que se tomara una posición de descanso.
- Estabilización de los equipos en un tiempo de 5 minutos para obtener el valor final.

Para el componente de medición de la estructura de la encuesta No 1 se utilizaron instrumentos de recolección de datos marca UNI-T.

Higrómetro digital. Empleado para medir la temperatura exterior, interior al igual que la humedad relativa interior y exterior.

	<p>Número de modelo: UT333 BT</p> <p>Tipo: Higrómetro digital Temperatura: -10 ~ 60° C</p> <p>Resolución: 1.0° C Humedad: 0 ~ 100%</p> <p>RH Frecuencia de muestreo: 1S</p> <p>Indicación de sobrecarga: OL</p> <p>Conversión de unidades: ° C / ° F</p> <p>Energía auto apagada: 5 minutos</p> <p>Energía: 3 x 1. Batería de 5V</p> <p>Pantalla LCD: pantalla LCD de 4 dígitos, máxima de la exhibición a "9999"</p>
---	---

*Tabla 21 Ficha técnica de instrumento de medición Higrómetro Fuente: elaboracion propia. 2018*

Termómetro digital. Empleado para la medición de temperaturas radiantes de la materialidad interior y exterior.

	<p>Temperatura °C: -32°C a 400°C +/- 2°C o 2%</p> <p>Temperatura °F: -26°F a 752°F +/- 4°F o 2%</p> <p>Emisividad: 0.10 a 1.00 ajustable</p> <p>Tipo de pantalla: Digital</p> <p>Tipo de energía: batería AAA</p> <p>Teoría: Termómetro infrarrojo</p> <p>Tamaño de la pantalla: 1.9 pulgadas</p> <p>Número de modelo: UT300S</p> <p>Estilo: De mano</p> <p>Rango: -32 ~ 400CC / F</p> <p>selectivo: sí</p>
---	---

Tabla 22 Ficha técnica de instrumento de medición termómetro digital. Fuente: elaboracion propia. 2018.

Termo anemómetro digital. Empleado para la medición de la velocidad interna y externa del viento.

	<p>Anemómetro</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango: 0 a 30 m/s</li> <li>- Resolución: 0.1m/s</li> <li>- Precisión: +-5%</li> </ul> <p>Termómetro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango: -10 a 50°C</li> <li>- Resolución: 0.1°C</li> <li>- Precisión: +-2°C</li> <li>- Datos máximos y medios</li> <li>- Función Hold de retención de lectura</li> <li>- Indicador de batería baja</li> <li>- LCD retro iluminado</li> </ul>
---	--

Tabla 23 Ficha técnica de instrumento de medición termo anemómetro. Autor, 2018.

## **9.5. Resultados.**

Los resultados para los ocho modelos casos estudios de las tipologías vivienda VIS y Colonial se describen de acuerdo a las metodologías (normativo, encuestas, simulaciones, mediciones) aplicadas.

### **9.5.1. Comparativo Normativo**

Inicialmente se efectúa una verificación frente a los parámetros normativos con el objeto de caracterizar cualitativamente su nivel de cumplimiento; para el caso de la vivienda VIS esta caracterización arroja un nivel intermedio de cumplimiento sobre los parámetros definidos para la comparación.

En términos de superficie, los predios cuentan con el cumplimiento de las áreas y frentes mínimos exigidos de acuerdo al uso residencial, de igual manera el 75% de este grupo mantiene el índice de ocupación favorable, la implantación y orientación no son consecuentes a lo definido como mejor orientación, aunque la fracción de la envolvente que corresponde a la fachada principal esta direccionada de manera errónea el 75% de las viviendas cuentan con sistema de protección horizontal que de una u otra manera mitigan el impacto de la radiación directa (aleros), en cuanto a la materialidad de la envolvente, el 75% de las muestras, tienen muros compuestos en ladrillo macizo de arcilla y el 25% en bloque de arcilla, estos muros coinciden con recubrimiento de capas de mortero de cemento, de coeficiente de transmisión térmica (U) de

nivel medio y similar entre sí, el 50% de las cubiertas están compuestas por tendidos de teja de fibrocemento y el 50% restantes en teja de zinc, manteniendo una inercia térmica elevada.

De esta manera se empiezan a evidenciar características materiales de factores que de una u otra manera pueden llegar a alterar las variables que condicionan el confort térmico.

En la tipología de vivienda Colonial la caracterización es más homogénea, el nivel de cumplimiento de las muestras sobre los parámetros base, es aceptable, ya que la totalidad de los predios tienen una superficie admisible y su índice de ocupación es mínimo, en términos de orientación e implantación no es la ideal, como al grupo anterior, el 75% de las viviendas cuentan con el sistema de sombreado horizontal (alero) conllevando a la misma mitigación de radiación directa, la materialidad reúne una baja transmisión térmica (U) en gran parte de las muestras, debido a los espesores que manejan en la envolvente y por la combinación de diversos materiales (bahareque – teja de barro con entramado en madera y barro).

Para identificar puntualmente esta caracterización, se describe en las siguientes tablas cada una de las muestras investigadas.

GRUPO:		VIS		
MODELO:		MS1		
TIPO DE VIVIENDA:		UNI	BIF	TRIF
		X		
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)		5	6	7
		7		
AREA MINIMA LOTE (m2)		60	72	91
		105		
VIS	INDICE DE OCUPACION	87.5%	87.5%	87.5%
		50%		
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5
		1		
NO VIS	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9
		52.12		
	INDICE DE OCUPACION:	87.5%	87.5%	87.5%
NO VIS	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9

--	--

CONFIGURACION URBANA		
AISLADA	PAREADA	ADOSADA
		X

COMPONENTE		MATERIAL	U	SOMBREADO											
MURO		B. ARCILLA PAÑETE	2.41	VERTICAL		HORIZONTAL		COMBINADO							
CUBIERTA		TEJA FIBROCEMENTO	6.64			X									
ORIENTACION				ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE											
FACHADA PRINCIPAL				PLANTA			CORTE			FACHADA					
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGULAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRADA	RECANGULAR
X								X					X		X

Tabla 24 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS1. Fuente: elaboracion propia. 2018.

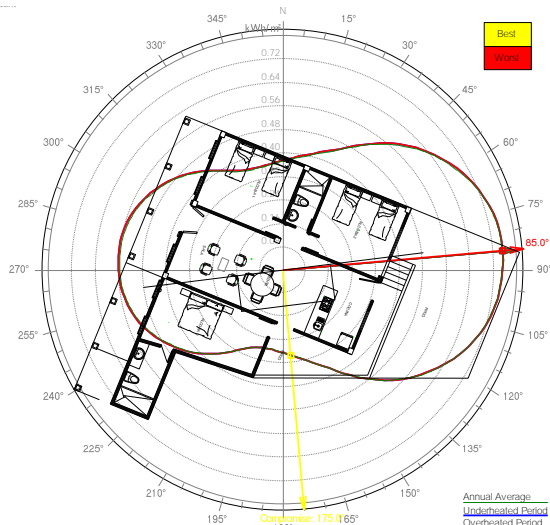
GRUPO:				VIS				<div></div>											
MODELO:				MS2															
TIPO DE VIVIENDA:				UNI	BIF	TRIF													
				X															
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)				5	6	7													
				15															
AREA MINIMA LOTE (m2)				60	72	91													
				203															
VIS	INDICE DE OCUPACION			87.5%	87.5%	87.5%													
				71.4%															
	ALTURA MAXIMA (PISOS)			2.5	3.5	3.5													
				1															
AREA MINIMA PATIOS (m2)			>5	>6.25	>9														
			58																
NO VIS	INDICE DE OCUPACION:			87.5%	87.5%	87.5%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)			2.5	3.5	3.5													
	AREA MINIMA PATIOS (m2)			>5	>6.25	>9													
COMPONENTE				MATERIAL				U		SOMBREADO									
MURO				L. ARCILLA PAÑETE				2.91		VERTICAL			HORIZONTAL			COMBINADO			
CUBIERTA				TEJA DE BARRO/CEMENTO				5.66					X						
ORIENTACION								ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE											
FACHADA PRINCIPAL								PLANTA			CORTE			FACHADA					
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGU LAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRAD A	RECANGUN LAR				
					X				X				X		X				

Tabla 25 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS2. Fuente: elaboracion propia. 2018

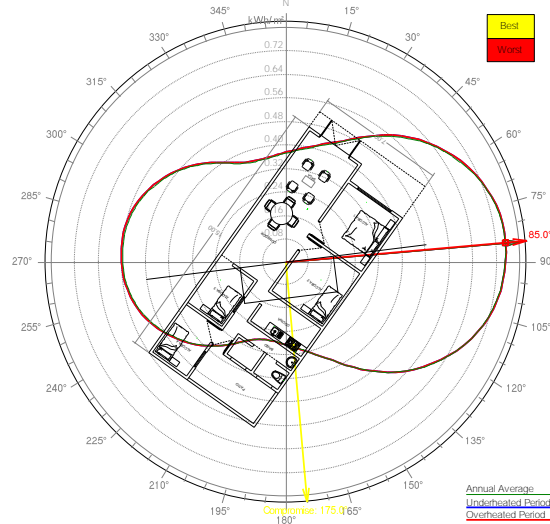
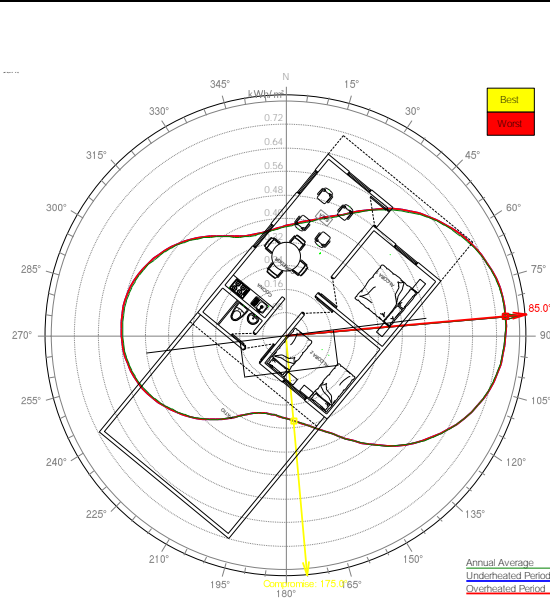
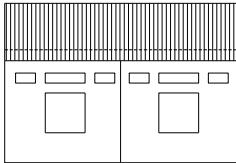
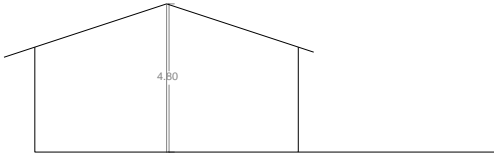
GRUPO:		VIS													
MODELO:		MS3													
TIPO DE VIVIENDA:		UNI	BIF	TRIF											
		X													
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)		5	6	7											
		7													
AREA MINIMA LOTE (m2)		60	72	91											
		105													
VIS	INDICE DE OCUPACION	87.5%	87.5%	87.5%											
		90.4%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
		1													
NO VIS	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
		10.02													
	INDICE OCUPACION:	87.5%	87.5%	87.5%											
NO VIS	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
COMPONENTE		MATERIAL		U	SOMBREADO										
MURO		L. ARCILLA PAÑETE		2.91	VERTICAL			HORIZONTAL			COMBINADO				
CUBIERTA		TEJA ZINC		7.14				X							
ORIENTACION					ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE										
FACHADA PRINCIPAL					PLANTA			CORTE			FACHADA				
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGULAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRADA	RECTANGULAR
				X					X				X		X

Tabla 26 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS3. Fuente: elaboracion propia. 2018

GRUPO:		VIS			<div></div>										
MODELO:		MS4													
TIPO DE VIVIENDA:		UNI	BIF	TRIF											
		X													
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)		5	6	7											
		7													
AREA MINIMA LOTE (m2)		60	72	91											
		105													
VIS	INDICE DE OCUPACION	87.5%	87.5%	87.5%											
		56.6%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
		1													
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
		45.5													
NO VIS	INDICE OCUPACION:	87.5%	87.5%	87.5%											
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
COMPONENTE		MATERIAL		U	SOMBREADO										
MURO		L. ARCILLA PAÑETE		2.91	VERTICAL			HORIZONTAL			COMBINADO				
CUBIERTA		TEJA ZINC		7.14				X							
ORIENTACION					ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE										
FACHADA PRINCIPAL					PLANTA			CORTE			FACHADA				
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGULAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRAD A	RECANGUN LAR
				X					X				X		X

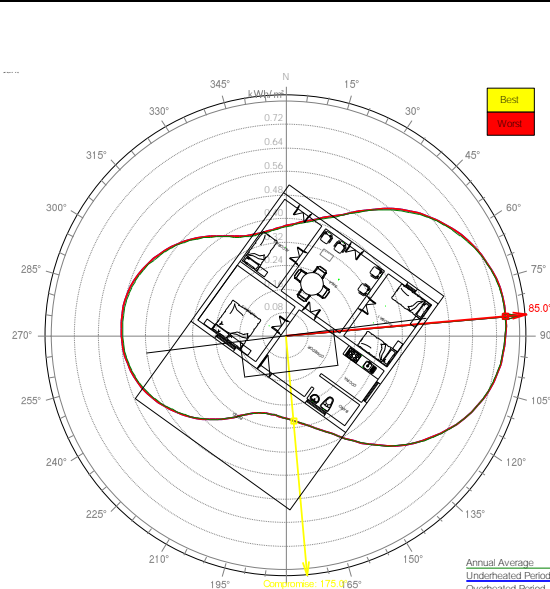


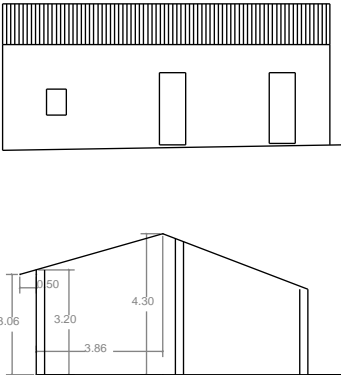


CONFIGURACION URBANA		
AISLADA	PAREADA	ADOSADA
		X

Tabla 27 Evaluación de criterios normativos caso estudio MS4. Fuente: elaboracion propia. 2018



GRUPO:				COLONIAL															
MODELO:				MT1															
TIPO DE VIVIENDA:				UNI	BIF	TRIF													
				X															
FRETE DE PREDIO MINIMO (m)				5	6	7													
				10															
AREA MINIMA LOTE (m2)				60	72	91													
				133															
VIS	INDICE DE OCUPACION			87.5%	87.5%	87.5%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)			2.5	3.5	3.5													
NO VIS	INDICE OCUPACION:			87.5%	87.5%	87.5%													
				62.4%															
	ALTURA MAXIMA (PISOS)			2.5	3.5	3.5													
				1															
	AREA MINIMA PATIOS (m2)			>5	>6.25	>9													
				50															
COMPONENTE				MATERIAL			U	SOMBREADO											
MURO				BAHAREQUE			2.5	VERTICAL			HORIZONTAL			COMBINADO					
CUBIERTA				TEJA ZINC			7.14				X								
ORIENTACION								ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE											
FACHADA PRINCIPAL								PLANTA			CORTE			FACHADA					
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGULAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	S EMI INCLINADO	CUADRADA	RECTANGULAR				
				X					X			X			X				



CONFIGURACION URBANA		
AISLADA	PAREADA	ADOSADA
X		

Tabla 28 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT1. Fuente: elaboracion propia. 2018

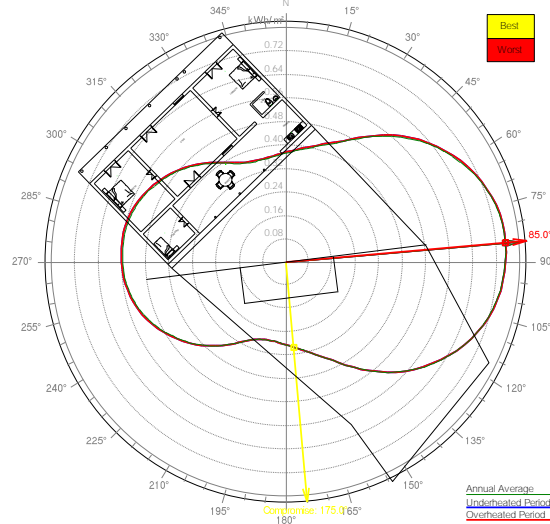
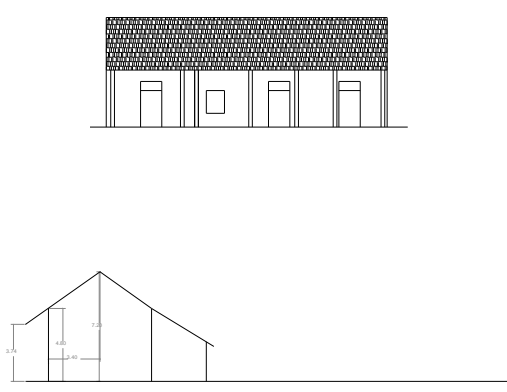
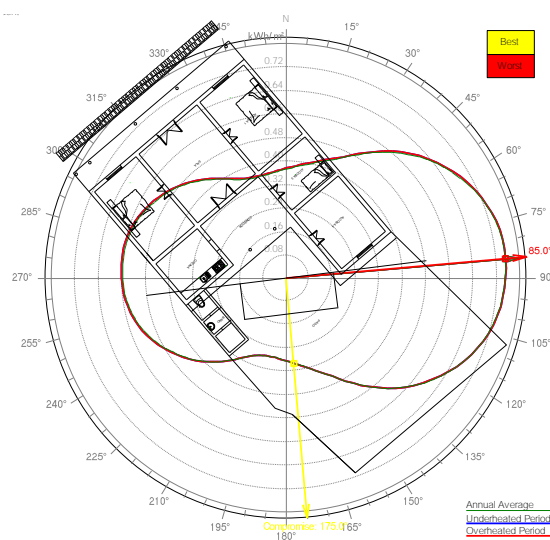
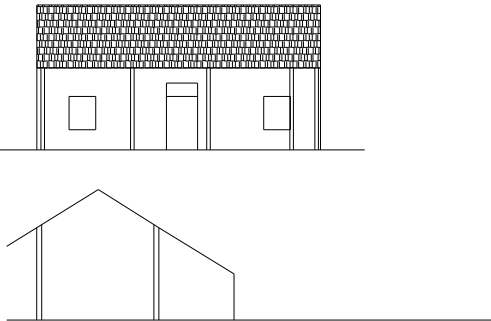
GRUPO:		COLONIAL													
MODELO:		MT2													
TIPO DE VIVIENDA:		UNI	BIF	TRIF											
		X													
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)		5	6	7											
AREA MINIMA LOTE (m2)		18.5													
		60	72	91											
VIS	INDICE DE OCUPACION	87.5%	87.5%	87.5%											
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
NO VIS	INDICE DE OCUPACION:	87.5%	87.5%	87.5%											
		29.3%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
		1													
	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
		463.75													
COMPONENTE		MATERIAL		U	SOMBREADO										
MURO		BAHAREQUE		2.5	VERTICAL		HORIZONTAL		COMBINADO						
CUBIERTA		TEJA BARRO		2.4			X								
ORIENTACION					ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE										
FACHADA PRINCIPAL					PLANTA			CORTE			FACHADA				
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGU LAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRAD A	RECANGUN LAR
					X				X			X			X

Tabla 29 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT2. Fuente: elaboracion propia. 2018



GRUPO:		COLONIAL													
MODELO:		MT4													
TIPO DE VIVIENDA:		UNI	BIF	TRIF											
		X													
FRENTE DE PREDIO MINIMO (m)		5	6	7											
		14.8													
AREA MINIMA LOTE (m2)		60	72	91											
		306.6													
VIS	INDICE DE OCUPACION	87.5%	87.5%	87.5%											
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
NO VIS	AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9											
	INDICE DE OCUPACION:	87.5%	87.5%	87.5%											
		48.6%													
	ALTURA MAXIMA (PISOS)	2.5	3.5	3.5											
1															
AREA MINIMA PATIOS (m2)	>5	>6.25	>9												
	157.6														
COMPONENTE		MATERIAL		U	SOMBREADO										
MURO		BAHAREQUE		3	VERTICAL			HORIZONTAL			COMBINADO				
CUBIERTA		TEJA DE BARRO		2.4				X							
ORIENTACION					ADECUADA CONFORMACIÓN DEL ESPACIO HABITABLE										
FACHADA PRINCIPAL					PLANTA			CORTE			FACHADA				
N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	CUADRADA	RECTANGU LAR	CIRCULAR	PLANO	INCLINADO	SEMI INCLINADO	CUADRAD A	RECANGUN LAR
					X				X			X			X



CONFIGURACION URBANA		
AISLADA	PAREADA	ADOSADA
		X

Tabla 31 Evaluación de criterios normativos caso estudio MT4. Fuente: elaboracion propia. 2018

### 9.5.2. Mediciones.

En base a establecer un primer escenario en el comportamiento térmico de las viviendas, se realizó una serie de mediciones durante dos días equidistantes dentro del periodo cálido mencionado (Julio –Agosto), aquí se pudo establecer promedios en las variables humedad relativa, temperaturas del aire y radiante de los espacios interiores.

En las siguientes tablas se evidencia los valores de las viviendas de la tipología VIS

<b>HUMEDAD RELATIVA</b> Hora 11:00 am	<b>MUESTRA</b>	<b>HR SALA</b>	<b>HR COCINA</b>	<b>HR COMEDOR</b>	<b>HR ALCOBA 1</b>	<b>HR ALCOBA 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
	MS1	46,1%	46,35%	46,35%	48,2%	48,75%	47,15%
	MS2	46,35%	45,7%	45,6%	48,65%	46,4%	46,54%
	MS3	48,4%	53,9%	49,25%	51,15%	51,55%	50,85%
	MS4	44,75%	47,3%	44,65%	45,3%	47,35%	45,87%
		46,4%	48,31%	46,46%	48,32%	48,51%	47,60%
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO m/s</b> – centro de sala, h= 1.20 m, hora 11:00 am	MS1	0.30 m/s					
	MS2	0.40 m/s					
	MS3	0.15 m/s					
	MS4	0.20 m/s					
<b>TEMPERATURA DEL AIRE</b> Hora 11:00 am	<b>MUESTRA</b>	<b>Ta SALA</b>	<b>Ta COCINA</b>	<b>Ta COMEDOR</b>	<b>Ta ALCOBA 1</b>	<b>Ta ALCOBA 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
	MS1	35,5°C	35,6°C	35,85°C	35,25°C	35,6°C	35,56°C
	MS2	33,85°C	33,8°C	33,85°C	33,5°C	33,65°C	33,73°C
	MS3	33,9°C	33,6°C	34°C	33,5°C	33,3°C	33,66°C
	MS4	35,7°C	35,2°C	35,55°C	35,35°C	35,05°C	35,37°C
		34,73°C	34,55°C	34,81°C	34,4°C	34,4°C	34,58°C
<b>TEMPERATURA RADIANTE MEDIA INTERIOR</b> Hora 11:00 am	<b>MUESTRA</b>	<b>Trm SALA</b>	<b>Trm COCINA</b>	<b>Trm COMEDOR</b>	<b>Trm ALCOBA 1</b>	<b>Trm ALCOBA 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
	MS1	32,90°C	32,50°C	32,30°C	32,40°C	33,30°C	32,68°C
	MS2	30,60°C	30,10°C	30,30°C	30,50°C	30,10°C	30,32°C
	MS3	33,40°C	33,20°C	32,50°C	32,60°C	32,50°C	32,84°C
	MS4	32,10°C	30,60°C	30,00°C	30,20°C	31,00°C	30,78°C
		32,25°C	31,60°C	31,28°C	31,43°C	31,73°C	31,66°C

Tabla 32 Valores promedios obtenidos del proceso de medición en las viviendas VIS.  
Fuente: elaboracion propia. 2018.

Teniendo los valores de temperatura media del aire interior ( $T_{am}$ ) y la temperatura radiante media interior ( $T_{rm}$ ) y con la aplicación de la siguiente formula se establece la temperatura operativa media de cada una de las muestras.

$$Top = (Ta_{(1-2-3-4-5)} + Tr_{(1-2-3-4-5)})/2$$

Donde:

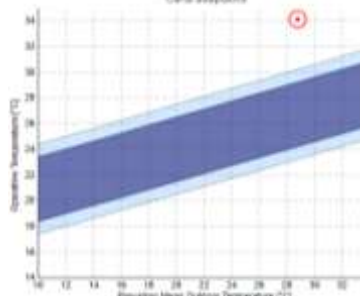
$Top$  = temperatura operativa promedio

$Ta$  = temperatura del aire promedio

$Tr$  = temperatura radiante

(1-2-3-4-5) = número de espacios medidos en cada caso estudio.

Ya con la temperatura operativa media se precede a la evaluación de confort adaptativo y mediante la aplicación CBE (Hoyt Tyler, 2017), obteniendo el resultado para cada muestra, presentándose en las siguientes tablas.

<i>CASO</i>	<i>AMBIENTE</i>	<i>Hr</i>	<i>Ta</i>	<i>Tr</i>	<i>To</i>	<i>Top</i>	<i>EVALUACION CONFORT ADAPTATIVO</i>
<b>MS1</b>	<b>SALA</b>	46,10%	35,50°C	32,90°C	34,20°C	<b>34,12°C</b>	
	<b>COCINA</b>	46,35%	35,60°C	32,50°C	34,05°C		
	<b>COMEDOR</b>	46,35%	35,85°C	32,30°C	34,08°C		
	<b>ALCOBA 1</b>	48,20%	35,25°C	32,40°C	33,83°C		
	<b>ALCOBA 2</b>	48,75%	35,60°C	33,30°C	34,45°C		
<b>PROMEDIOS</b>		<b>47,15%</b>	<b>35,56°C</b>	<b>32,68°C</b>			

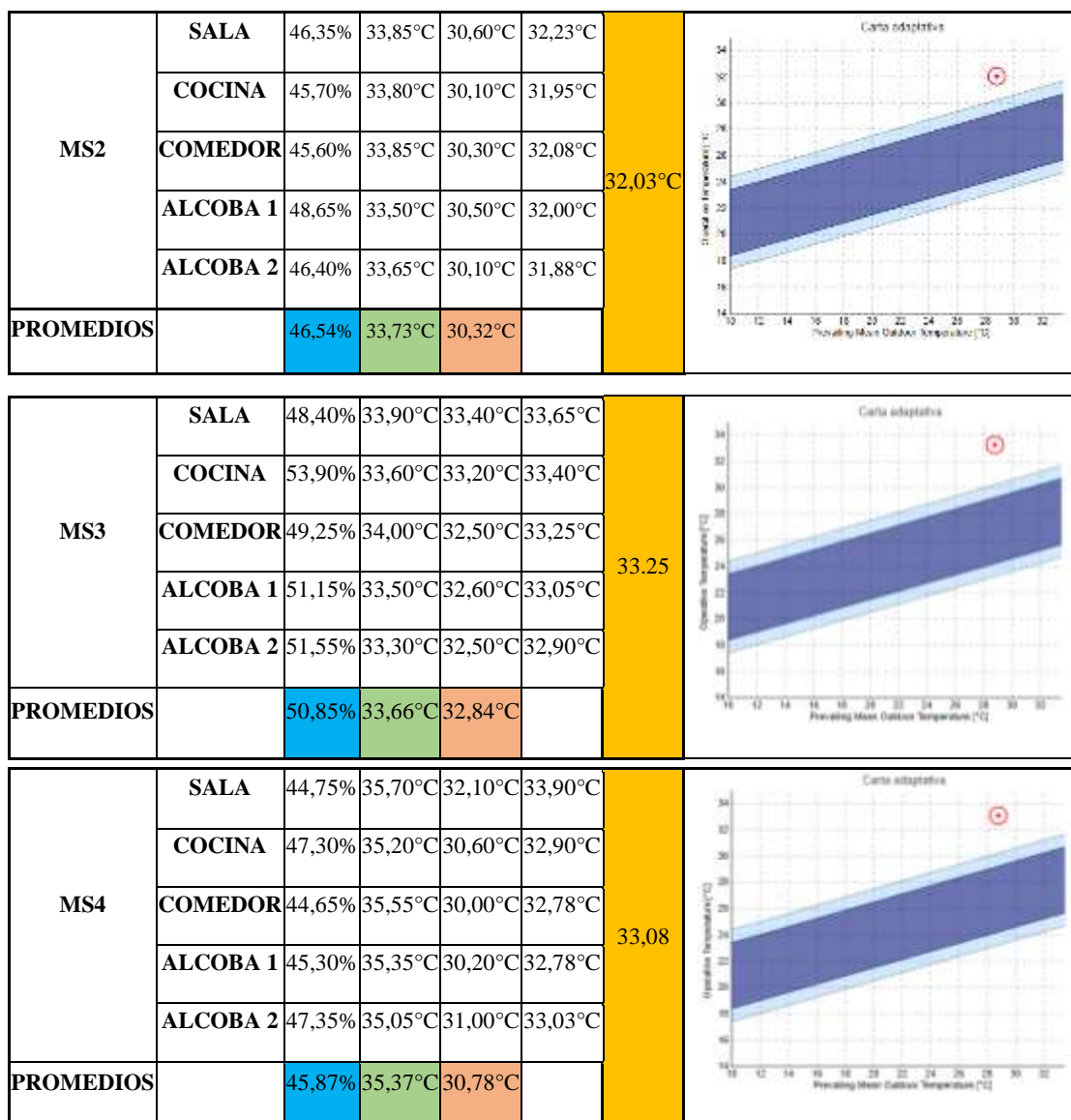


Tabla 33 Resultados de los datos de temperatura y evaluación del confort adaptativo en las muestras de la vivienda VIS. Fuente: elaboración propia, CBE. 2018.

En el grupo de la tipología de vivienda VIS la evaluación de confort adaptativo resuelto no es eficiente, mantiene en la totalidad de las muestras la temperatura operativa promedio (Top) por fuera de la zona de confort.

Con este resultado se puede precisar que la materialidad juega un papel desfavorable, en que los espacios interiores mantengan temperaturas elevadas ya que las temperaturas irradiadas por las superficies son elevadas y próximas a los límites del rango de la zona de confort e incidiendo a que la temperatura operativa promedio (Top) mantenga un nivel superior a dicho rango.

Si bien se ve la materialidad de estas muestras tiene características de conductividad altas y sumado a sus espesores hacen de un escenario más desfavorable.

Igualmente se presenta los resultados de las mediciones en las muestras de la vivienda Colonial

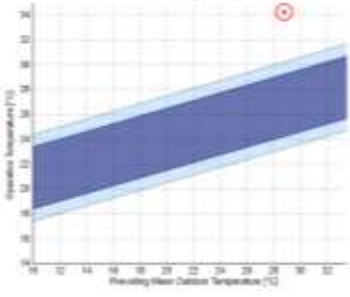
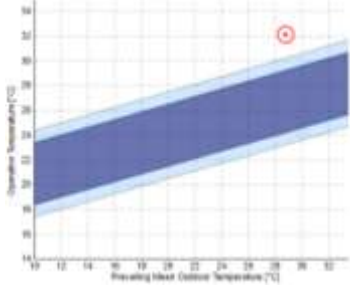
HUMEDAD RELATIVA	MUESTR A	HR SALA	HR COCIN A	HR COMEDO R	HR ALCOB A 1	HR ALCOB A 2	PROMEDI O
	MT1	44,2%	42,75%	42,15%	43,6%	45,85%	43,71%
	MT2	42,85%	43,9%	42,1%	43,6%	43,05	43,1%
	MT3	50,6%	52,85%	51,7%	54,7%	54,55%	52,88%
	MT4	50,75%	55%	52,7%	54,6%	54,45%	53,5%
		47,1%	48,62%	47,16%	49,12%	49,47%	48,29%
VELOCIDAD DEL VIENTO m/S	MT1	0.25 m/s					
	MT2	0.31 m/s					
	MT3	0.31 m/s					
	MT4	0.33 m/s					
TEMPERATURA DEL AIRE	MUESTR A	Ta SALA	Ta COCIN A	Ta COMEDO R	Ta ALCOB A 1	Ta ALCOB A 2	PROMEDI O
	MT1	35,70°C	35,40°C	35,70°C	35,15°C	35,15°C	35,42°C
	MT2	34,05°C	33,80°C	34,65°C	33,45°C	33,85°C	33,96°C
	MT3	33,20°C	32,85°C	32,65°C	32,45°C	32,45°C	32,72°C
	MT4	33,15°C	32,95°C	32,90°C	32,75°C	32,45°C	32,84°C
		34,02°C	33,75°C	33,97°C	33,45°C	33,47°C	33,73°C
TEMPERATURA RADIANTE MEDIA INTERIOR	MUESTR A	Tr SALA	Tr COCIN A	Tr COMEDO R	Tr ALCOB A 1	Tr ALCOB A 2	PROMEDI O
	MT1	33,40°C	33,20°C	33,00°C	33,10°C	32,60°C	33,06°C

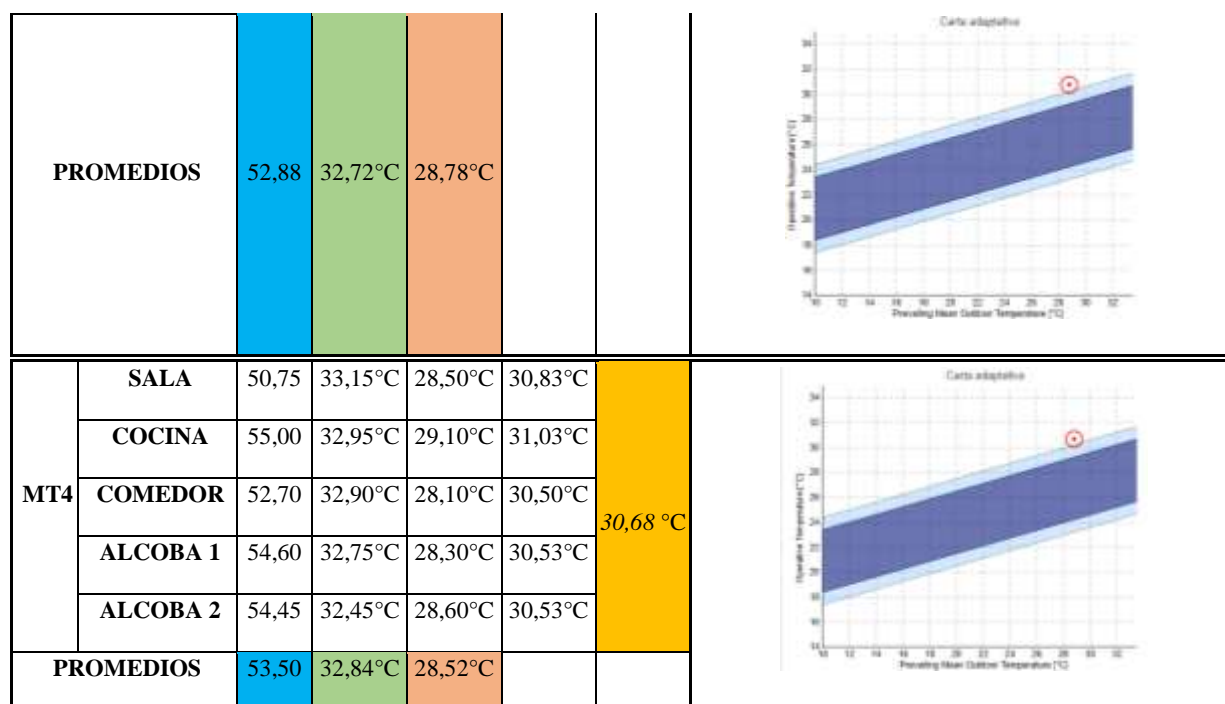


	MT2	29,10°C	28,70°C	28,50°C	29,21°C	28,30°C	28,76°C
	MT3	28,70°C	28,20°C	29,60°C	28,90°C	28,50°C	28,78°C
	MT4	28,50°C	29,10°C	28,10°C	28,30°C	28,60°C	28,52°C
		29,93°C	29,80°C	29,80°C	29,88°C	29,50°C	29,78°C

Tabla 34 Valores promedios obtenidos del proceso de medición en las viviendas Colonial. Fuente: elaboración propia. 2018

Se efectúa el mismo procedimiento que con la tipología anterior en busca de promedio de la temperatura operativa.

CASO	AMBIENTE	Hr	Ta	Tr	To	Top	EVALUACION CONFORT ADAPTATIVO
MT1	SALA	44,20	35,70°C	33,40°C	34,55°C	34,24°C	
	COCINA	42,75	35,40°C	33,20°C	34,30°C		
	COMEDOR	42,15	35,70°C	33,00°C	34,35°C		
	ALCOBA 1	43,60	35,15°C	33,10°C	34,13°C		
	ALCOBA 2	45,85	35,15°C	32,60°C	33,88°C		
	PROMEDIOS	43,71	35,42°C	33,06°C			
MT2	SALA	42,85	34,05°C	30,50°C	32,28°C	32,13°C	
	COCINA	43,90	33,80°C	31,00°C	32,40°C		
	COMEDOR	42,10	34,65°C	30,30°C	32,48°C		
	ALCOBA 1	43,60	33,45°C	29,50°C	31,48°C		
	ALCOBA 2	43,05	33,85°C	30,20°C	32,03°C		
	PROMEDIOS	43,10	33,96°C	30,30°C			
MT3	SALA	50,60	33,20°C	28,70°C	30,95°C	30,75 °C	
	COCINA	52,85	32,85°C	28,20°C	30,53°C		
	COMEDOR	51,70	32,65°C	29,60°C	31,13°C		
	ALCOBA 1	54,70	32,45°C	28,90°C	30,68°C		
	ALCOBA 2	54,55	32,45°C	28,50°C	30,48°C		
	PROMEDIOS						



*Tabla 35 Resultados de los datos de temperatura y evaluación del confort adaptativo en las muestras de la vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018.*

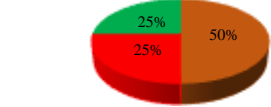
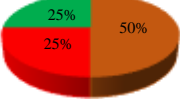
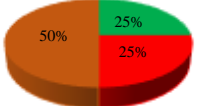
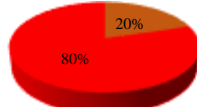
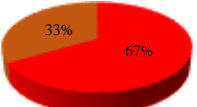
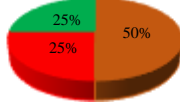
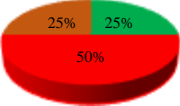
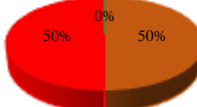
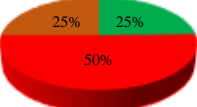
En este grupo de viviendas la evaluación de confort térmico adaptativo, define su nivel de temperatura operativa por fuera del rango de confort, solo el 50% de las muestras se acerca al margen del rango.

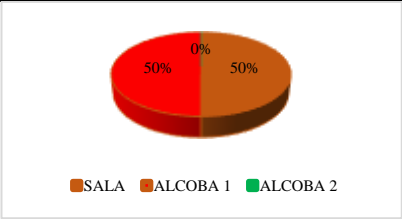
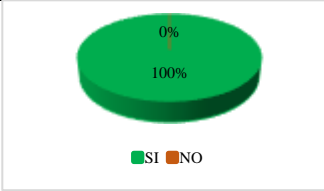
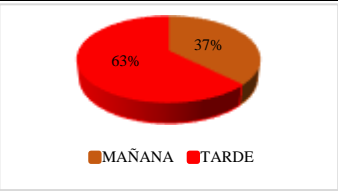
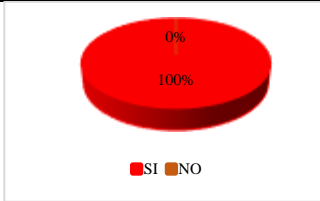
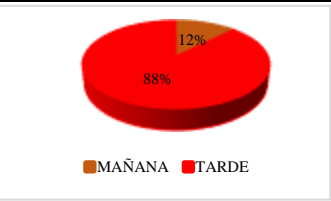
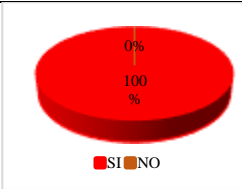
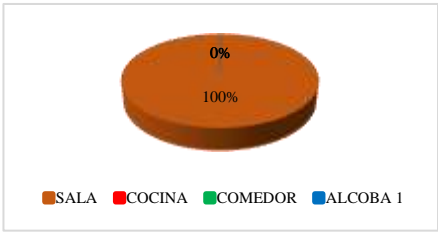
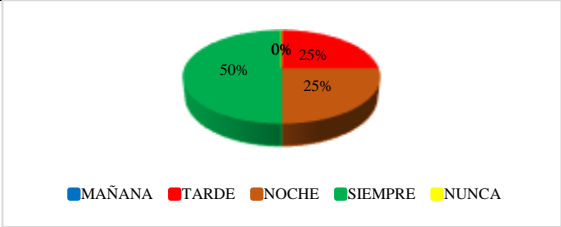
De igual manera para este grupo se precisa que la materialidad juega un papel favorable, en la mitad de las muestras, al ver que sus temperatura operativas ( $T_o$ ) descienden y logrando un mejor desempeño frente a las anteriores, coinciden en el sistema de cubierta en teja de barro, y se evidencia que mantiene temperaturas medias radiantes dos grados menos que en la tipología anterior (VIS), el espesor de la envolvente y la baja transmisión térmica de los materiales componentes hacen de esta tener un mejor desempeño térmico.

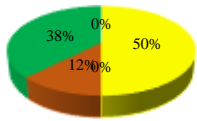
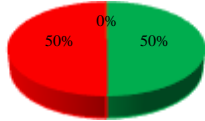
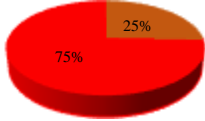
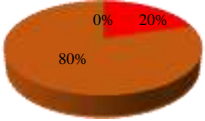
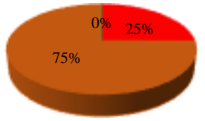
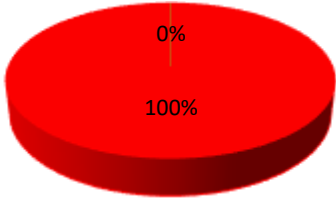
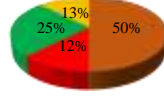
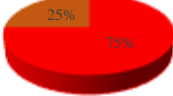
### 9.5.3. Encuestas.

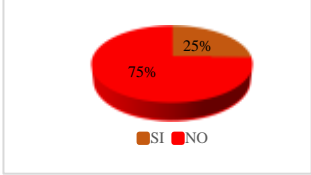
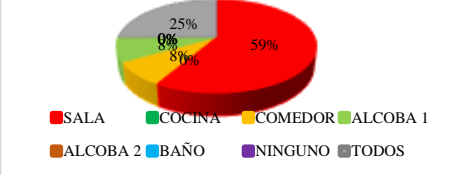
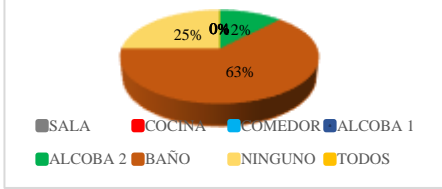
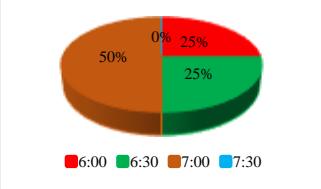
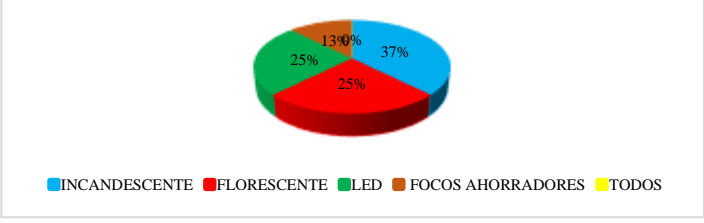


Aplicada la encuesta No 1, referente a la consecución de datos demográficos, físicos y de confort de las muestras y la caracterización de cada grupo tipológico, se grafican y tabulan las respuestas con el objeto de concluir en aspectos que conlleven en la búsqueda del objeto de esta investigación.

RESULTADOS VIVIENDA VIS	
1. ¿Ubicación de la vivienda unifamiliar?	2. ¿Número de piso?
<p>■ ESQUINERA ■ MEDIANERA</p>	<p>■ UN PISO ■ DOS PISOS</p>
3. Orientacion fachada princial?	4. ¿Antigüedad aproximada de la vivienda unifamiliar?
<p>■ NORTE ■ OESTE</p>	<p>■ MENOS DE 2 AÑOS ■ ENTRE 2 Y 10 AÑOS ■ ENTRE 10 Y 15 AÑOS ■ MAS DE 15 AÑOS</p>
5. ¿Materiales de construcción?	
<p>MATERIALES DE CONSTRUCCION DE CUBIERTA</p> <p>■ TEJA DE ZINC ■ TEJA DE FIBROCEMENTO ■ TEJA DE BARRO</p>	<p>MATERIALES DE CONSTRUCCION DE MUROS</p> <p>■ LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA ■ BLOQUE DE ARCILLA PAÑETE Y PINTURA</p>

<p>MATERIALES DE CONSTRUCCION DE CARPINTERIA</p>  <p>■ LAMINA Y VIDRIO ■ LAMINA ■ MADERA</p>	<p>MATERIALES DE CONSTRUCCION DE PISOS</p>  <p>■ CONCRETO AFINADO ■ CERAMICA ■ ARCILLA</p>
<p><b>6. Cuantas personas habitan en la vivienda?</b></p>	
 <p>■ UNA ■ CUATRO ■ CINCO</p>	
<p><b>7. Numero de personas de acuerdo a edad y sexo?</b></p>	
 <p>■ NIÑOS ■ ADULTO</p>	 <p>■ HOMBRE ■ MUJER</p>
<p><b>8. Cuantas habitaciones hay en la vivienda?</b></p>	
 <p>■ DOS ■ TRES ■ CUATRO</p>	<p><b>9. Cuantas personas habitan en la habitacion mas ocupada?</b></p>  <p>■ UNA ■ DOS ■ TRES</p>
<p><b>10. Considera que su vivienda es?</b></p>	
 <p>■ CALUROSA ■ FRESCA ■ FRIA</p>	<p><b>11. En que momento del dia?</b></p>  <p>■ MAÑANA ■ TARDE ■ NOCHE</p>

	<p><b>12. En que lugar especificamente?</b></p>  <p>■ SALA ■ ALCOBA 1 ■ ALCOBA 2</p>
<p><b>13. En algun momento del dia, el sol da directamente en la fachada?</b></p>	
 <p>■ SI ■ NO</p>	 <p>■ MAÑANA ■ TARDE</p>
<p><b>14. En algun momento del dia, el sol da directamente a sus dormitorios?</b></p>	
 <p>■ SI ■ NO</p>	 <p>■ MAÑANA ■ TARDE</p>
<p><b>15. Usted al interior de su casa siente corriente de aire?</b></p>	
 <p>■ SI ■ NO</p>	
<p><b>16. En que lugar es mayor esa ventilacion?</b></p>	
 <p>■ SALA ■ COCINA ■ COMEDOR ■ ALCOBA 1</p>	<p><b>17. A que horas?</b></p>  <p>■ MAÑANA ■ TARDE ■ NOCHE ■ SIEMPRE ■ NUNCA</p>
<p><b>18. Que hace normalmente para mejorar el clima interior en su vivienda?</b></p>	
<p><b>19. Logra mejorar el clima interior en su vivienda?</b></p>	

 <p> <span style="color: yellow;">■</span> SOLO ABRE LAS PUERTAS Y/O VENTANAS  <span style="color: red;">■</span> SOLO CIERRA LAS PUERTAS Y/O VENTANAS  <span style="color: brown;">■</span> USA AIRE ACONDICIONADO  <span style="color: green;">■</span> USA VENTILADOR         </p>	 <p> <span style="color: green;">■</span> TOTALMENTE <span style="color: red;">■</span> POCO <span style="color: brown;">■</span> NADA         </p>
<b>20. Ha realizado alguna refaccion en su vivienda para mejorar el clima interior?</b>	<b>21. Piensa realizar en un futuro una refaccion en su vivienda para mejorar el clima interior?</b>
 <p> <span style="color: brown;">■</span> SI <span style="color: red;">■</span> NO         </p>	 <p> <span style="color: red;">■</span> SI <span style="color: brown;">■</span> NO <span style="color: green;">■</span> NO SABE         </p>
<b>22. Como considera que es su vivienda?</b>	
 <p> <span style="color: red;">■</span> GRANDE <span style="color: brown;">■</span> MEDIANA <span style="color: green;">■</span> PEQUEÑA         </p>	
<b>23. Su vivienda tiene patio?</b>	
 <p> <span style="color: red;">■</span> SI <span style="color: brown;">■</span> NO         </p>	<b>24. Como es su patio?</b>  <p> <span style="color: brown;">■</span> SOLO TIENE JARDIN  <span style="color: red;">■</span> SOLO TIENE PISO  <span style="color: green;">■</span> ESTA PARCIALMENTE CUBIERTA DE JARDIN  <span style="color: yellow;">■</span> ESTA TECHADO Y SOLO ENTRA LUZ         </p> <b>25. Tiene usted plantas al interior de su vivienda?</b>  <p> <span style="color: red;">■</span> SI <span style="color: brown;">■</span> NO         </p>

<p><b>26. Considera que la vegetacion es abundante en el contexto de su vivienda?</b></p>	<p><b>27. Cuales de los siguientes ambientes considera que son iluminados adecuadamente solo por la luz del dia?</b></p>
	
<p><b>28. Cuales de los siguientes ambientes considera que son oscuros?</b></p>	<p><b>29. A partir de que hora es necesario encender lamparas, focos, etc en los espacios mas iluminados?</b></p>
	
<p><b>30. Que tipo de focos de luz o lampara usa?</b></p>	
	
<p><b>31. En el interior de su vivienda se escuchan los ruidos de la calle?</b></p>	
	<p><b>32. Se escuchan los sonidos o ruidos entres espacios de su vivieneda?</b></p> 
<p><b>33. Siente usted malos olores desde su casa debido a la contaminacion o falta de ventilacion?</b></p>	<p><b>34. Tienen fuentes de energia diferente a los de la empresa de energia??</b></p>

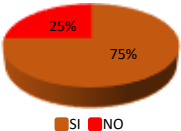
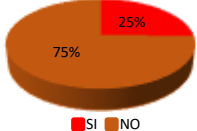
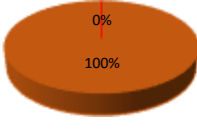
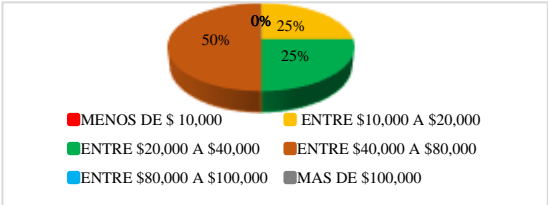
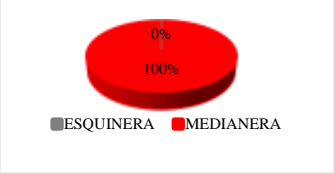


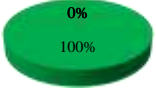

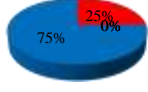
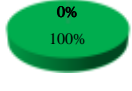
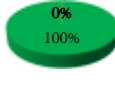
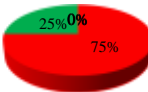

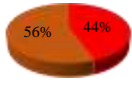
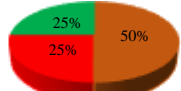
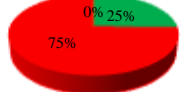
 <p>75% SI 25% NO</p>	 <p>75% SI 25% NO</p>
<b>35. Procura hacer ahorro en el consumo de energia?</b>	
 <p>100% SI 0% NO</p>	<b>36. Aproximadamente, cuanto consume en energia?</b>  <p>       MENOS DE \$ 10,000 0%        ENTRE \$10,000 A \$20,000 25%        ENTRE \$20,000 A \$40,000 25%        ENTRE \$40,000 A \$80,000 50%        ENTRE \$80,000 A \$100,000 0%        MAS DE \$100,000 0%     </p>

Tabla 36 Resultados de la encuesta No 1 vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018

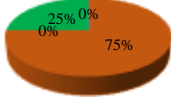
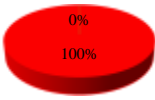
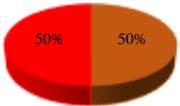
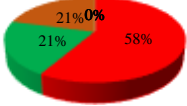
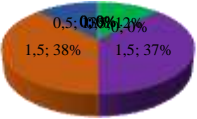
RESULTADOS VIVIENDA COLONIAL	
<b>1. ¿Ubicación de la vivienda unifamiliar?</b>	<b>2. ¿Número de piso?</b>
 <p>100% MEDIANERA 0% ESQUINERA</p>	 <p>100% UN PISO 0% DOS PISOS</p>
<b>3. Orientacion fachada princial?</b>	<b>4. ¿Antigüedad aproximada de la vivienda unifamiliar?</b>
 <p>       NORTE 75%        SUR 0%        ESTE 0%        OESTE 0%        NORESTE 0%        NOROESTE 0%        SURESTE 0%        SUROESTE 0%     </p>	 <p>       MENOS DE 2 AÑOS 0%        ENTRE 2 Y 10 AÑOS 100%        ENTRE 10 Y 15 AÑOS 0%        MAS DE 15 AÑOS 0%     </p>
<b>5. ¿Materiales de construcción?</b>	

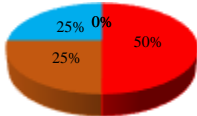
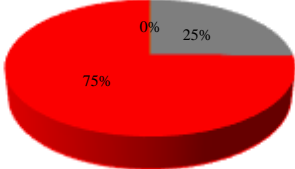
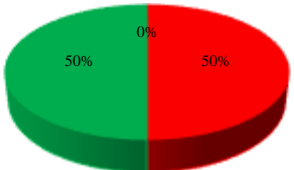
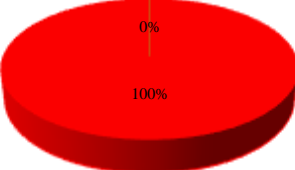
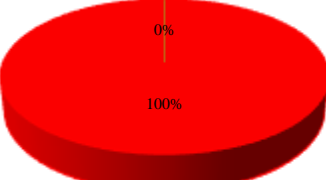


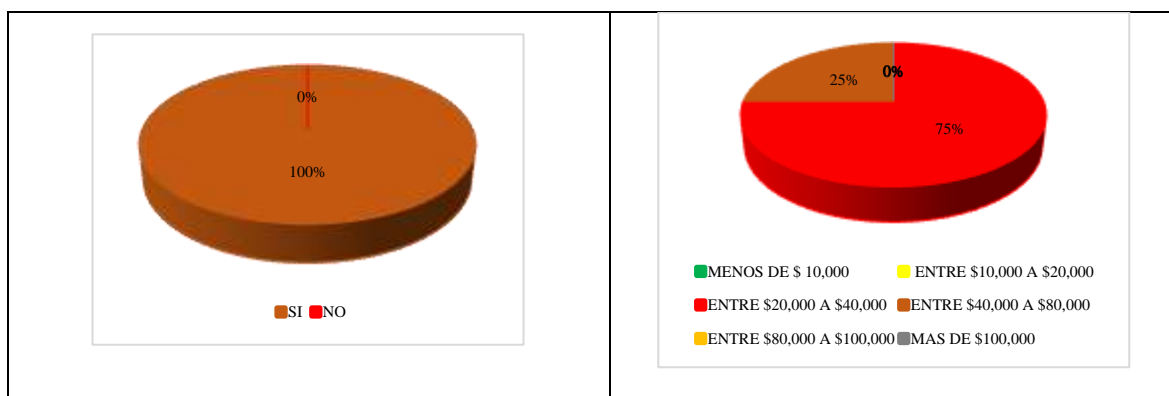
<p><b>MUROS</b></p>  <p>0% 100%</p> <p> <span style="color: green;">■</span> LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA  <span style="color: red;">■</span> BLOQUE DE ARCILLA PAÑETE Y PINTURA  <span style="color: brown;">■</span> BLOQUE DE CEMENTO PAÑETE Y PINTURA  <span style="color: blue;">■</span> ADOBE  <span style="color: yellow;">■</span> BAHAREQUE  <span style="color: gray;">■</span> MADERA         </p>	<p><b>CUBIERTA</b></p>  <p>0% 25% 75%</p> <p> <span style="color: red;">■</span> TEJA DE ZINC  <span style="color: brown;">■</span> TEJA DE FIBROCEMENTO  <span style="color: green;">■</span> TEJA PLASTICA  <span style="color: blue;">■</span> TEJA DE BARRO         </p>
<p><b>CARPINTERIA</b></p>  <p>0% 100%</p> <p> <span style="color: blue;">■</span> LAMINA Y VIDRIO  <span style="color: brown;">■</span> ALUMINIO Y VIDRIO  <span style="color: red;">■</span> LAMINA  <span style="color: green;">■</span> MADERA  <span style="color: gray;">■</span> OTRO         </p>	<p><b>PISOS</b></p>  <p>0% 100%</p> <p> <span style="color: green;">■</span> CONCRETO AFINADO  <span style="color: blue;">■</span> CERAMICA  <span style="color: brown;">■</span> TIERRA  <span style="color: red;">■</span> ARCILLA  <span style="color: yellow;">■</span> OTRO         </p>
<p><b>6. Cuantas personas habitan en la vivienda?</b></p>	
 <p>0% 25% 75%</p> <p> <span style="color: yellow;">■</span> UNA  <span style="color: red;">■</span> DOS  <span style="color: green;">■</span> TRES  <span style="color: purple;">■</span> CUATRO  <span style="color: brown;">■</span> CINCO         </p>	
<p><b>7. Numero de personas de acuerdo a edad y sexo?</b></p>	
 <p>0% 100%</p> <p> <span style="color: brown;">■</span> NIÑOS  <span style="color: red;">■</span> ADULTO         </p>	 <p>44% 56%</p> <p> <span style="color: red;">■</span> HOMBRE  <span style="color: brown;">■</span> MUJER         </p>
<p><b>8. Cuantas habitaciones hay en la vivienda?</b></p>	
 <p>25% 25% 50%</p> <p> <span style="color: brown;">■</span> DOS  <span style="color: red;">■</span> TRES  <span style="color: green;">■</span> CUATRO         </p>	<p><b>9. Cuantas personas habitan en la habitacion mas ocupada?</b></p>  <p>0% 25% 75%</p> <p> <span style="color: green;">■</span> UNA  <span style="color: red;">■</span> DOS  <span style="color: brown;">■</span> TRES         </p>
<p><b>10. Considera que su vivienda es?</b></p>	<p><b>11. En que momento del día?</b></p>

<p>CONSIDERA QUE SU VIVIENDA ES</p> <p>■ CALUROSA ■ FRESCA ■ FRIA</p>	<div data-bbox="927 191 1364 409"> <p>■ MAÑANA ■ TARDE ■ NOCHE</p> </div> <p><b>12. En que lugar especificamente?</b></p> <div data-bbox="972 499 1320 714"> <p>■ SALA ■ ALCOBA 1 ■ ALCOBA 2 ■ OTRO</p> </div>
<p><b>13. En algun momento del dia, el sol da directamente en la fachada?</b></p>	
<p>■ SI ■ NO</p>	<p>■ MAÑANA ■ TARDE</p>
<p><b>14. En algun momento del dia, el sol da directamente a sus dormitorios?</b></p>	
<p>■ SI ■ NO</p>	<p>■ MAÑANA ■ TARDE</p>
<p><b>15. Usted al interior de su casa siente corriente de aire?</b></p>	
<p>■ SI ■ NO</p>	<p><b>17. A que horas?</b></p>
<p><b>16. En que lugar es mayor esa ventilacion?</b></p>	

<p>■ SALA ■ COCINA ■ COMEDOR ■ ALCOB A 1</p>	<p>■ MAÑANA ■ TARDE ■ NOCHE ■ SIEMPRE ■ NUNCA</p>
18. Que hace normalmente para mejorar el clima interior en su vivienda?	
<p>■ SOLO ABRE LAS PUERTAS Y/O VENTANAS ■ SOLO CIERRA LAS PUERTAS Y/O VENTANAS ■ USA AIRE ACONDICIONADO ■ USA VENTILADOR ■ NO HACE NADA</p>	19. Logra mejorar el clima interior en su vivienda?
	<p>■ TOTALMENTE ■ POCO ■ NADA</p>
20. Ha realizado alguna refaccion en su vivienda para mejorar el clima interior?	21. Piensa realizar en un futuro una refaccion en su vivienda para mejorar el clima interior?
<p>■ SI ■ NO</p>	<p>■ SI ■ NO ■ NO SABE</p>
22. Como considera que es su vivienda?	
<p>■ GRANDE ■ MEDIANA ■ PEQUEÑA</p>	
23. Su vivienda tiene patio?	
	24. Como es su patio?

 <p>0% 100%</p> <p>SI NO</p>	 <p>SOLO TIENE JARDIN SOLO TIENE PISO ESTA PARCIALMENTE CUBIERTA DE JARDIN ESTA TECHADO Y SOLO ENTRA LUZ</p>
<p><b>26. Considera que la vegetacion es abundante en el contexto de su vivienda?</b></p>	<p><b>25. Tiene usted plantas al interior de su vivienda?</b></p>  <p>SI NO</p>
<p><b>26. Considera que la vegetacion es abundante en el contexto de su vivienda?</b></p>  <p>SI NO</p>	<p><b>27. Cuales de los siguientes ambientes considera que son iluminados adecuadamente solo por la luz del dia?</b></p>  <p>SALA COCINA COMEDOR ALCOBA 1 ALCOBA 2 BAÑO NINGUNO TODOS</p>
<p><b>28. Cuales de los siguientes ambientes considera que son oscuros?</b></p>  <p>SALA COCINA COMEDOR ALCOBA 1 ALCOBA 2 BAÑO NINGUNO TODOS</p>	<p><b>29. A partir de que hora es necesario encender lamparas, focos, etc en los espacios mas iluminados?</b></p>  <p>6:00 6:30 7:00 7:30</p>
<p><b>30. Que tipo de focos de luz o lampara usa?</b></p>	

 <p>■ INCANDESCENTE ■ FLORESCENTE ■ LED ■ FOCOS AHORRADORES ■ TODOS</p>	
<b>31. En el interior de su vivienda se escuchan los ruidos de la calle?</b>	
 <p>■ FUERTES ■ SUEVES ■ NO SE ESCUCHAN</p>	<b>32. Se escuchan los sonidos o ruidos entres espacios de su vivieneda?</b>
	 <p>■ FUERTES ■ SUEVES ■ NO SE ESCUCHAN</p>
<b>33. Siente usted malos olores desde su casa debido a la contaminacion o falta de ventilacion?</b>	<b>34. Tienen fuentes de energia diferente a los de la empresa de energia??</b>
 <p>■ SI ■ NO</p>	 <p>■ SI ■ NO</p>
<b>35. Procura hacer ahorro en el consumo de energia?</b>	
	<b>36. Aproximadamente, cuanto consume en energia?</b>



*Tabla 37 Resultados de la encuesta No 1 vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018.*

Presentadas las gráficas de las respuestas a las preguntas de la encuesta, y después de un proceso de tabulación e interpolación se obtienen los siguientes datos y son comparados frente a la tipología opuesta:

VIVIENDA VIS	VIVIENDA COLONIAL	COMPARATIVO
El 50% de las viviendas son medianeras y están orientadas al noreste y dos 25% al norte y al nororiente respectivamente, el 75% tiene mayor incidencia solar en horas de la tarde afectando en la totalidad una alcoba.	El 100% de las viviendas son medianeras, un 75% están orientadas al noreste y el 25% al norte respectivamente, el 75% tiene mayor incidencia solar en horas de la tarde afectando en la totalidad una alcoba.	La incidencia solar es un común entre las muestras, además su máxima presencia es en horas de la tarde y el espacio interno más afectado es la alcoba.
El 75% de las viviendas tienen un tiempo de construcción menor a 15 años y sus muros están contruidos en ladrillo de	El 100% de las viviendas tienen un tiempo de construcción mayor a 15 años y sus muros están contruidos en bahareque, un 75% tienen cubierta en teja de barro y el 25% en teja de zinc.	Se puede establecer que la mayoría de las viviendas encuestadas cuentan con una edad constructiva mayor a 15 años, pese a mantener sistemas y materiales variados

arcilla macizo, solo un 25% están construidas en bloque.		
Las viviendas construidas con teja de zinc representan el 50% de las muestras de la tipología VIS y sus ocupantes la perciben como un ambiente caluroso.	Las viviendas construidas con teja de barro representan el 75% de las muestras y sus ocupantes la perciben como un ambiente fresco.	Se puede evidenciar que los ocupantes perciben sensación de frescura en las viviendas que tiene cubiertas en teja de barro y las de teja de zinc perciben ambientes calurosos.
El 75% de los encuestados manifiestan tener vientos muy suaves en el entorno a su vivienda haciendo que puedan percibir en el interior específicamente en la sala.	El 75% de los encuestados manifiestan tener vientos muy suaves en el entorno a su vivienda haciendo que puedan percibir en el interior específicamente en la sala.	Una gran mayoría de los encuestados coinciden en percibir vientos suaves en el entorno y además caracterizan el ambiente social interno como el más ventilado
El 25% de las personas encuestadas manifiestan que su vivienda es fresca en horas de la noche y la mañana, el 50% indica que el comportamiento de calor se presenta en horas de la tarde.	El 75% de las personas encuestadas manifiestan que su vivienda es fresca, un 66.66% considera que, en la mañana, 33.33% indica que en cualquier hora lo es.	la vivienda más fresca de acuerdo a la percepción del ocupante es la colonial e indica que este comportamiento es más percibido en horas de la mañana
El 25% manifiestan que la opción pasiva de abrir las puertas y ventanas mejoran el ambiente interior en gran parte, el 25% utiliza medios mecánicos para lograr mejorarlos.	El 75% manifiestan que la opción pasiva de abrir las puertas y ventanas mejoran el ambiente interior en gran parte, el 25% utiliza medios mecánicos para lograr mejorarlos un poco.	En la vivienda colonial, el método pasivo de abrir y cerrar ventanas y puertas para mejorar las condiciones térmicas es más utilizado y eficiente que la vivienda VIS
Las viviendas con ocupación de 5 personas representan el	Las viviendas con ocupación de 3 personas representan el 75% de las	La vivienda colonial, teniendo mayor área construida útil maneja menor ocupación

66.67% de las viviendas, seguida por la ocupación de 4 con el 26.67%	viviendas, seguida por la ocupación de 2 con el 25%	habitacional frente al tamaño y ocupación de la vivienda VIS
El 75% considera que el espacio mejor iluminado es la sala, el 50% hace uso de la luz artificial después de la 6:00 pm, el 100% se percata en mantener ahorro.	El 100% considera que el espacio mejor iluminado es la sala, el 50% hace uso de la luz artificial después de la 6:30 pm, el 100% se percata en mantener ahorro.	La vivienda colonial es más eficiente en temas de iluminación en la zona social de la vivienda y se evidencia una racionalización al tema de ahorro energético,
El 100% de las viviendas son de un solo nivel, con patio y solo el 75% considera tener plantas en el interior.	El 100% de las viviendas son de un solo nivel y con patio y considera tener plantas en el interior.	El total de viviendas corresponden a un solo nivel y dentro de sus estructuras espaciales cuentan con un patio y plantas.
El 75% de los encuestados manifiestan tener el interior de sus viviendas malos olores provenientes de la contaminación exterior.	El 100% de los encuestados manifiestan tener el interior de sus viviendas malos olores provenientes de la contaminación exterior.	La gran mayoría de los encuestados manifiestan que dentro de las viviendas se perciben malos olores provenientes del exterior (contexto)

*Tabla 38 Resultados, procesamiento y comparativo de datos encuesta No 1 aplicada a las dos tipologías.  
Fuente: elaboración propia. 2018.*

Con la aplicación de la encuesta No 2, se consigue medir el nivel de arropamiento (Clo) y la actividad metabólica (Met) del ocupante de cada una de las muestras y bajo el método de Fanger se establecen los indicadores PMV (porcentaje de satisfacción de la mayoría de personas) y el PPD (porcentaje de gente insatisfecha en el ambiente térmico).



## Resultado encuesta para la tipología de vivienda VIS

VARIABLES		MUESTRA MS1	MUESTRA MS2	MUESTRA MS3	MUESTRA MS4
MATERIALIDAD	CUBIERTA	TEJA FIBROCEMENTO	TEJA DE BARRO	TEJA DE ZINC	TEJA DE ZINC
	MUROS	BLOQUE DE ARCILLA PAÑETE Y PINTURA	LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA	LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA	LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA
	CARPINTERIA	LAMINA Y VIDRIO	MADERA	LAMINA Y VIDRIO	LAMINA
	PISOS	CERAMICA	ARCILLA	CONCRETO AFINADO	CONCRETO AFINADO
TEMPERATURAS	T. RADIANTE MEDIA INTERIOR	32,68	30,32	32,84	30,78
	TEMPERATURA DEL AIRE INTERIOR	35,56	33,73	33,66	35,37
	TEMPERATURA OPERATIVA	34,12	32,03	33,25	33,08
HUMEDAD RELATIVA		47,15	46,54	50,85	45,87
VELOCIDAD DEL VIENTO M/S		0,60	0,80	0,30	0,30
METABOLISMO (MET)		1,00	1,00	1,00	1,00
ROPA (CLO)		0,46	0,41	0,20	0,30

Tabla 39 Resultados encuesta No 2 aplicada a la vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018

### Muestra MS 1

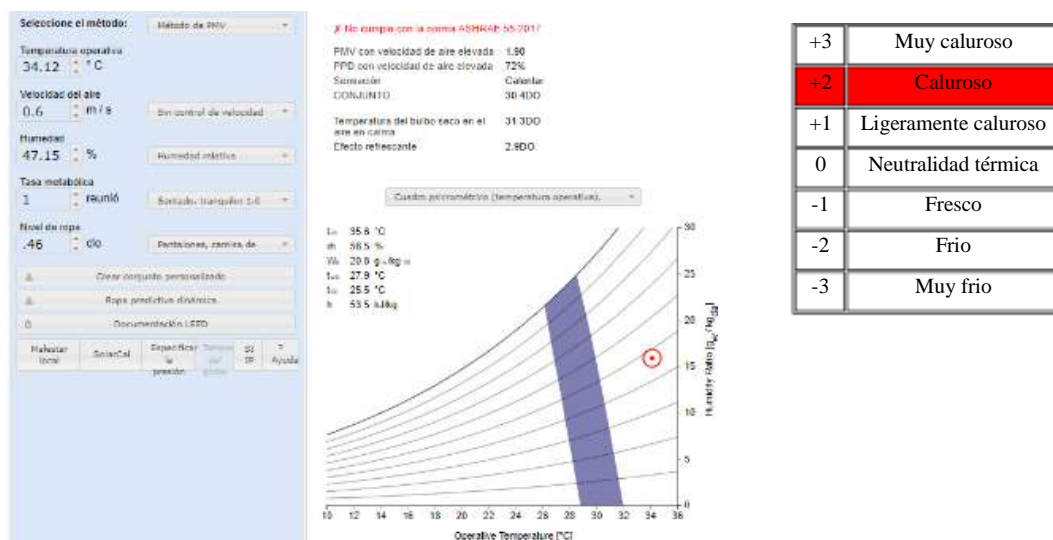


Imagen 32. Calculo índices PMV - PPD muestra MS1. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018



## Muestra MS 4

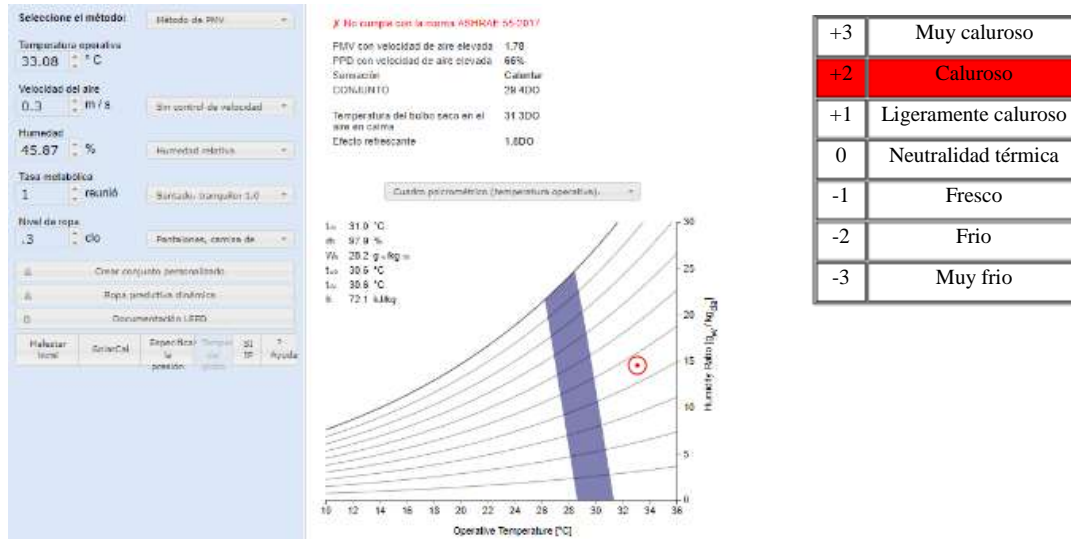


Imagen 35. Cálculo índices PMV - PPD muestra MS4. Fuente: elaboración propia, CBE. 2018

Establecido el voto medio previsto, el cual va desde los .86 a 1.90 puntos, se concluye que las condiciones de confort térmico interior de las viviendas de la tipología VIS es inaceptable, según la escala de confort térmico establecido por el ASHRAE, por consiguiente, en ninguno de las muestras se logra un porcentaje mínimo de personas insatisfechas bajo, que permitan mantener al mayor número de personas en confort.

en términos de análisis más específicos, se establece una escala (ligeramente caliente) en .86 puntos, correspondiente a la muestra MS-2, cuyas características de envolvente difiere a las otras desde el sistema de materiales de la cubierta (sistema mixto fibrocemento – teja de barro) haciendo enfocar hacia un factor contundente en la diferencia marcada dentro del grupo de muestras.

## Resultado encuesta para la tipología de vivienda Colonial

VARIABLES		MUESTRA MT1	MUESTRA MT2	MUESTRA MT3	MUESTRA MT4
MATERIALIDAD	CUBIERTA	TEJA ZINC	TEJA DE BARRO	TEJA DE BARRO	TEJA DE BARRO
	MUROS	BAHAREQUE	BAHAREQUE	BAHAREQUE	BAHAREQUE
	CARPINTERIA	MADERA	MADERA	MADERA	MADERA
	PISOS	CONCRETO AFINADO	CONCRETO AFINADO	CONCRETO AFINADO	CONCRETO AFINADO
TEMPERATURAS	T. RADIANTE MEDIA INTERIOR	33,06	28,76	28,78	28,52
	TEMPERATURA DEL AIRE INTERIOR	35,42	33,96	32,72	32,84
	TEMPERATURA OPERATIVA	34,24	31,36	30,75	30,68
HUMEDAD RELATIVA		43,71	43,10	52,88	53,45
VELOCIDAD DEL VIENTO M/S		0,40	0,70	0,70	0,80
METABOLISMO (MET)		1,00	1,00	1,00	1,00
ROPA (CLO)		0,39	0,20	0,39	0,20

Tabla 40 Resultados encuesta No 2 aplicada a la vivienda Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018

### Muestra MT 1

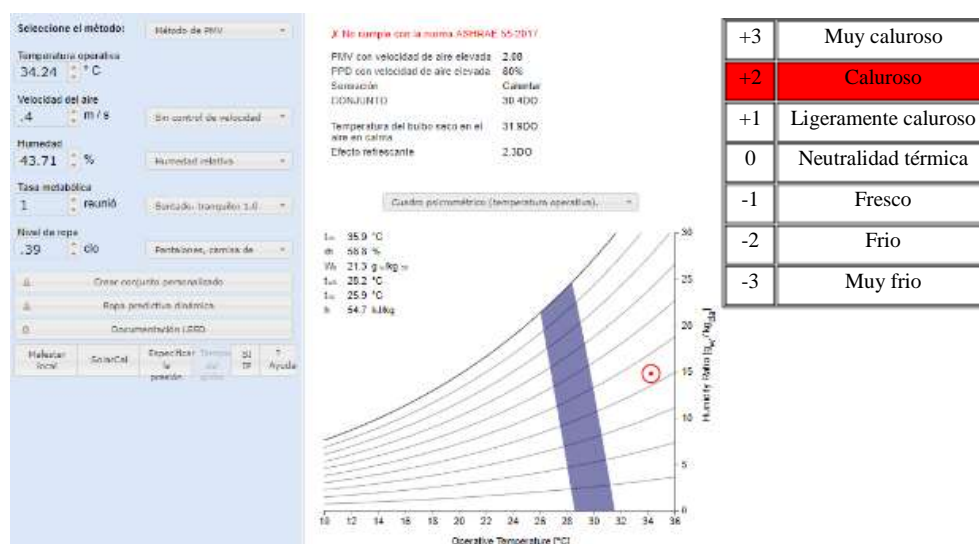
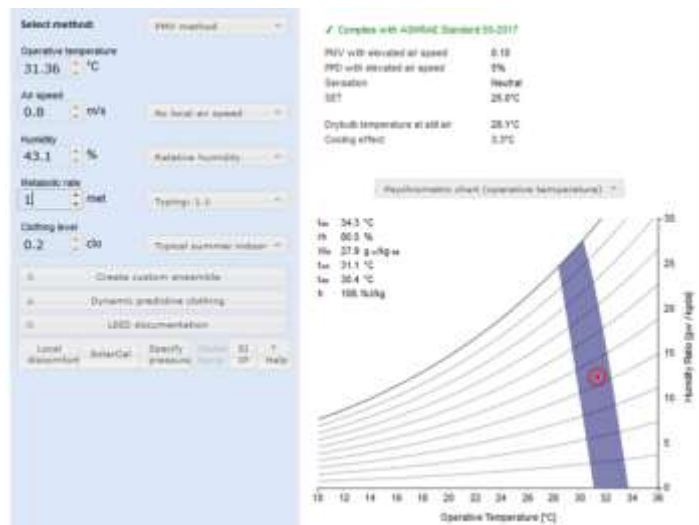


Imagen 36. Calculo índices PMV - PPD muestra MT1. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018

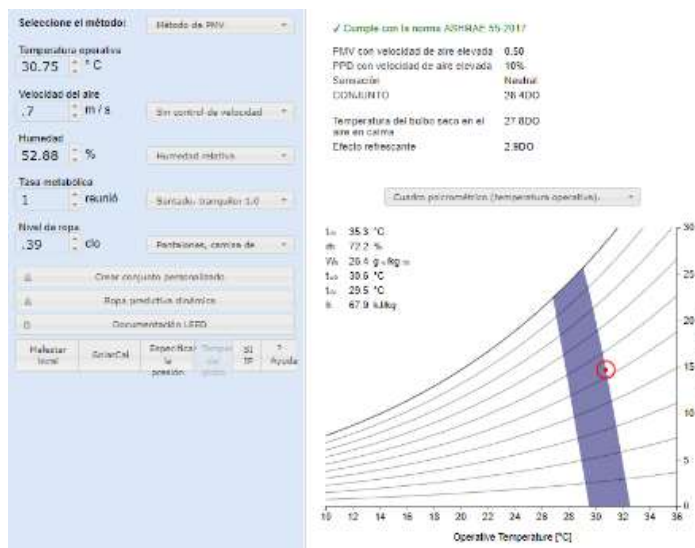
## Muestra MT 2



+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutralidad térmica
-1	Fresco
-2	Frio
-3	Muy frio

Imagen 37. Calculo índices PMV - PPD muestra MT2. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018

## Muestra MT 3



+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutralidad térmica
-1	Fresco
-2	Frio
-3	Muy frio

Imagen 38. Calculo índices PMV - PPD muestra MT3. Fuente: elaboracion propia, CBE. 2018

## Muestra MT 4

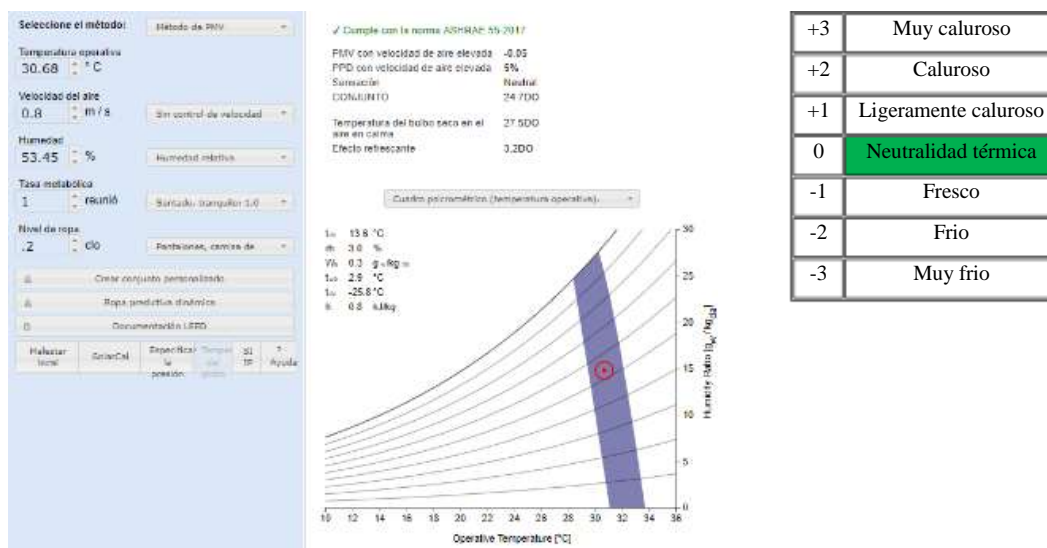


Imagen 39. Cálculo índices PMV - PPD muestra MT4. Fuente: elaboración propia, CBE. 2018

De igual forma a la tipología anterior, se establece el voto medio previsto, el cual va desde los .05 a 2.08 puntos, se concluye que las condiciones de confort térmico interior de las viviendas de la tipología colonial es aceptable en el 75% de las muestras, según la escala de confort térmico establecido por el ASHRAE, por consiguiente, solo en esa proporción de las muestras se logra un porcentaje mínimo de personas insatisfechas bajo, que permitan mantener al mayor número de personas en confort.

En términos de análisis más específicos, se establece una escala (neutral) entre 0.05 y 0.5 puntos, correspondiente a las muestras MT-2, MT-3 y MT-4, cuyas características de envolvente son semejantes entre sí (cubierta en teja de barro) y difieren sobre la muestra MT-1 (cubierta teja de zinc), corroborando la favorabilidad de envolventes con baja transmisión térmica.

#### 9.5.4. Simulaciones.

El proceso de simulación se basa en función de dos grupos de variables, las externas que acogen a la temperatura exterior de bulbo seco, velocidad del viento, radiación solar y humedad relativa, en este caso corresponden al periodo más cálido del año definido anteriormente; Las internas, que abarcan todas las características físicas de la unidad (forma, volumétrica, organización espacial, ocupación y envolvente).

El resultado de la simulación concluye al determinar una media sobre los valores arrojados por cada uno de los espacios componentes.

$$(To_1 + To_2 + To_3 + \dots) / N$$

En el caso de la tipología VIS, arroja los siguientes comportamientos térmicos.

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera	Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera
MS1	SALA COMEDOR	29,0°C	912Hr	576Hr	61,3%	38,7%	725Hr	763Hr	48,7%	51,3%
	ALCOBA 1	29,2°C	926Hr	562Hr	62,2%	37,8%	741Hr	711Hr	49,8%	47,8%
	ALCOBA 2	28,8°C	972Hr	516 H	65,3%	34,7%	777Hr	711Hr	52,2%	47,8%

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera	Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera
MS2	SALA COMEDOR	29,4°C	905Hr	583Hr	60,8%	39,2%	710Hr	778Hr	47,7%	52,3%
	ALCOBA 1	29,2°C	977Hr	511Hr	65,7%	34,3%	765Hr	723Hr	51,4%	48,6%
	ALCOBA 2	29,5°C	909Hr	579Hr	61,1%	38,9%	723Hr	765Hr	48,6%	51,4%

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera	Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera
MS3	SALA COMEDOR	28,8°C	984Hr	504Hr	66,1%	33,9%	787Hr	701Hr	52,9%	47,1%
	ALCOBA 1	29,7°C	866Hr	622Hr	58,2%	41,8%	679Hr	809Hr	45,6%	54,4%
	ALCOBA 2	29,0°C	981Hr	507Hr	65,9%	34,1%	766Hr	722Hr	51,5%	48,5%

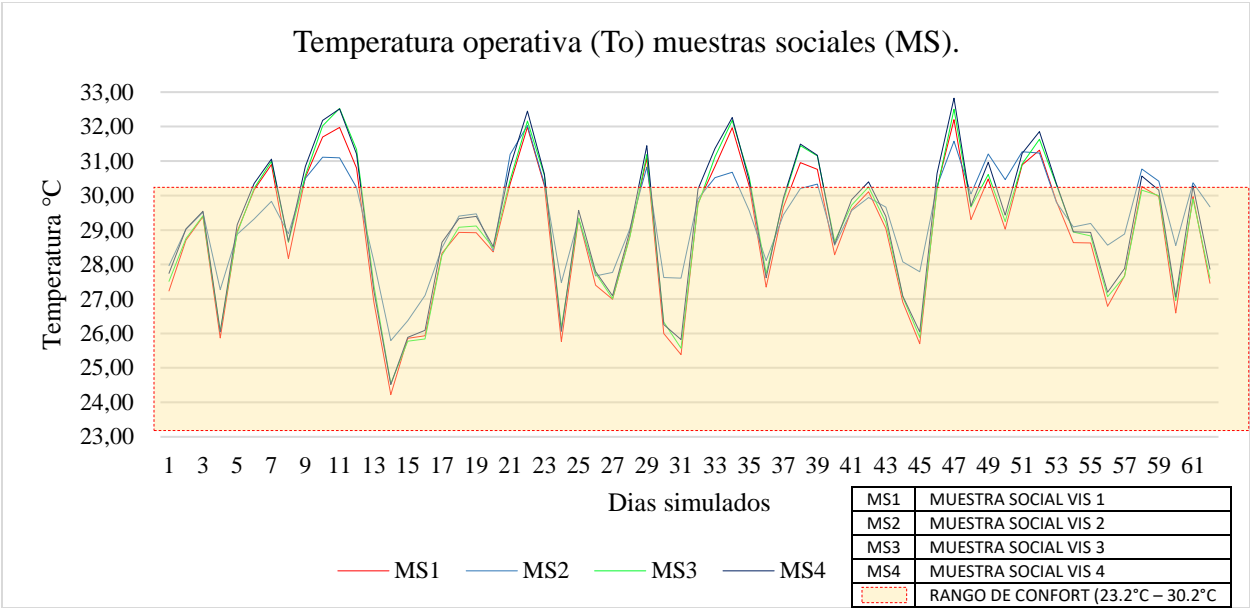
CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera	Hr Dentro	Hr fuera	% dentro	% fuera
MS4	SALA COMEDOR	29,1°C	924 Hr	564Hr	62,1%	37,9%	721 Hr	767Hr	48,5%	51,5%
	ALCOBA 1	29,1°C	925 Hr	563 Hr	62,2%	37,8%	723 Hr	765Hr	48,6%	51,4%
	ALCOBA 2	29,7°C	863 Hr	625 Hr	58,0%	42,0%	680 Hr	808Hr	45,7%	54,3%

Tabla 41 Resultados de temperatura operativa y número y porcentaje de horas dentro del rango de confort adaptativo en las muestras VIS. *Fuente: elaboracion propia. 2018*

El escenario de la temperatura operativa es aceptable, con tendencia al margen superior si lo cruzamos con el rango de confort adaptativo definido, hallando temperaturas entre 28.8° C y 29.7° C, si la evaluamos con el índice de aceptabilidad del 80% los espacios presentarían disconfort con un porcentaje de tiempo fuera, entre el 33.9% y el 42%, porcentajes que superan el rango del 20%; evaluándola con el índice del 90% el disconfort estaría 47.1% y 54.4%, sobrepasando en la totalidad de los espacios el rango máximo del 10%.

Frente a la cantidad de horas dentro de la franja de confort (23.2°C – 30.2°C sobre el 80%), el modelo MS3 presenta el mayor porcentaje de horas y el MS4 el menor, como bien se aprecia en la imagen No 40, además muestran que su variación es un poco más prolongada al tener cambios entre los 24.22° C y los 32.83° C presentando periodos continuos de sobrecalentamiento y unos momentos muy cortos de bajo calentamiento.





*Imagen 40. Resultado de simulaciones, temperaturas operativas muestras MS bajo rango de confort.*  
*Fuente: Elaboración propia. 2018*

La justificación de la conducta térmica se evidencia un poco más claro en la presentación de los resultados de CFD (tabla No 42) y balance térmico, (imágenes 41,42,43 y 44), donde se establece e identifica las variables y elementos que afectan en la ganancia y pérdida de la energía.

MUESTRA	CFD TEMPERATURA	CFD VELOCIDAD
MS-1		

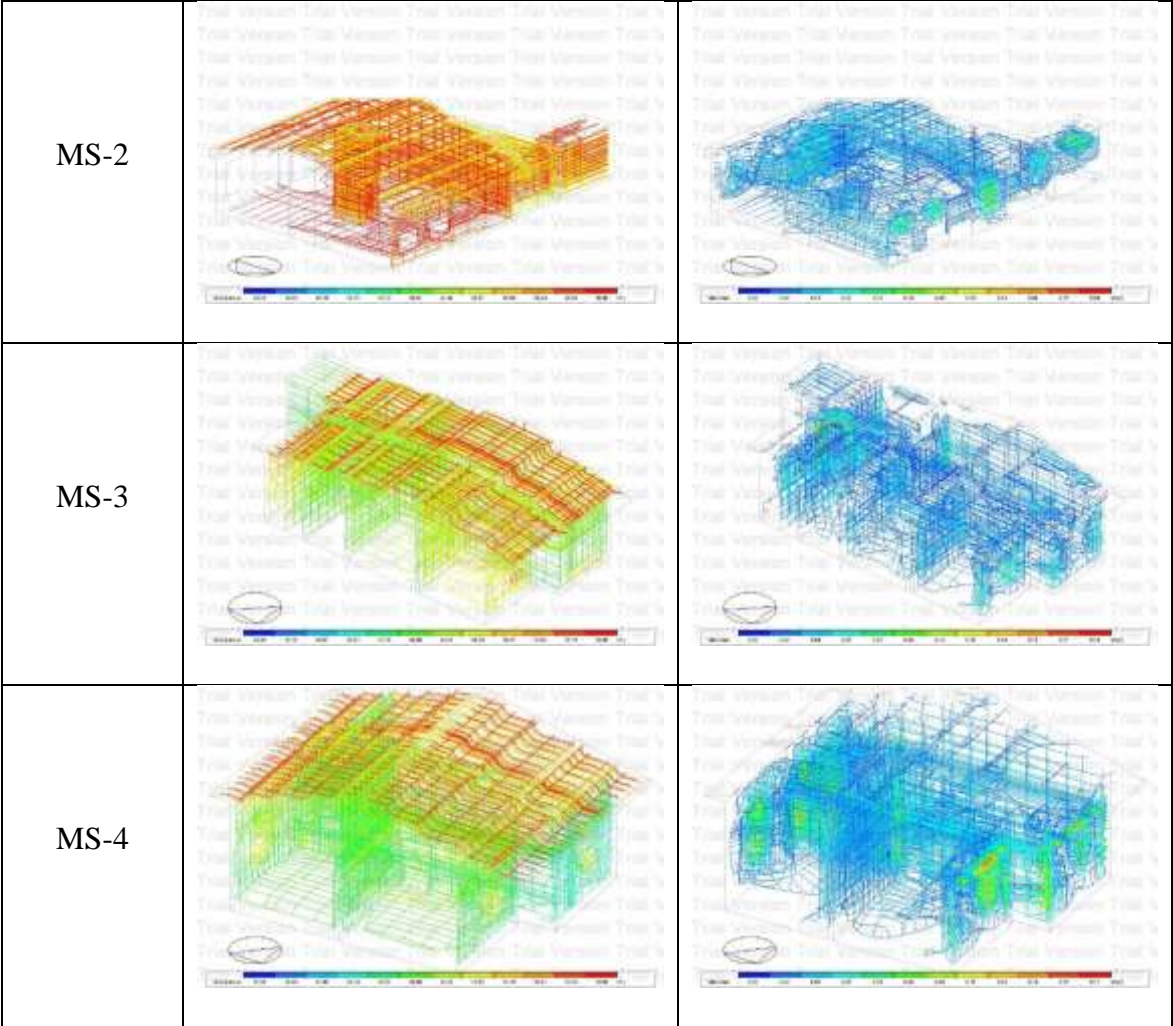


Tabla 42 CFD muestras vivienda VIS.  
Fuente: Design Builder. elaboracion propia. 2018

En general la superficie de cubierta y las aperturas en ventanas exteriores son los elementos que definen dicha conducta llegando a obtener niveles aproximados de Kwh de 1079 y 759 respectivamente.

El 75% del grupo logra reducir en el interior la temperatura del aire a pesar de obtener por cubierta representativas ganancias como muestran los CFD, en el porcentaje restante (25%),

la conducta térmica es diferente, aquí la temperatura asciende como producto de las ganancias adquiridas por las ventanas o aperturas externas como se puede observar en la imagen 42.



Imagen 41. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS1.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia. 2018

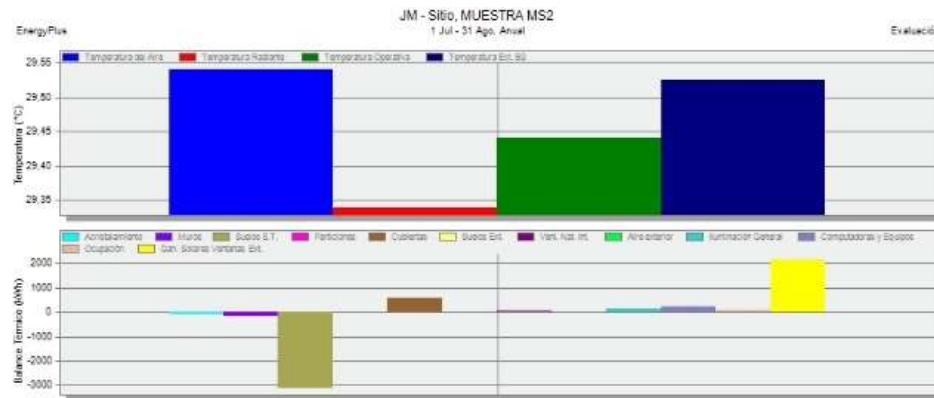


Imagen 42. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS2.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia. 2018



Imagen 43. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS3.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia.2018



Imagen 44. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MS4.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia. 2018

La tabla 43 contiene los valores en kilovatios hora (Kwh) de ganancias y pérdidas de cada muestra y refiere los elementos que aportan mayor carga calorífica para que desarrolle el comportamiento ya observado, además podemos concluir que para la tipología VIS la muestra que mayor ganancia térmica obtiene es la MS2 con 3293.62 Kwh y esto radica a las características de la envolvente, tipo y composición de la cubierta y al porcentaje de la relación ventana pared, en donde sus aperturas representan una gran superficie y no contiene ningún control para mitigar la incidencia del sol.

ELEMENTOS	MS1		MS2		MS3		MS4	
	GANACIAS KWh	PERDIDAS KWh	GANACIAS KWh	PERDIDAS KWh	GANACIAS KWh	PERDIDAS KWh	GANACIAS KWh	PERDIDAS KWh
ACRISTALAMIENTO		- 7,08		- 102,74	5,19			- 6,10
MUROS	104,34			- 178,01	104,78			- 106,08
SUELOS S.T.		- 1.489,94		- 3.097,25		- 2.530,25		- 1.616,35
PARTICIONES	1,90			- 1,84	4,99		3,62	
CUBIERTAS	928,04		606,85		1.705,95		1.079,02	
SUELOS EXT.	2,90			- 0,17	1,93		1,66	
VENT. NAT. INT.		- 2,79	65,16			- 2,92		- 8,95
INFILTRACIÓN EXT.		- 40,12	27,63		27,04		22,40	
ILUMINACIÓN	69,96		152,92		109,72		76,02	
COMPUTADORAS Y	101,82		222,54		-		110,64	
OCUPACIÓN	41,36		88,81		62,97		44,12	
GAN. SOLARES	230,65		2.129,71		296,78		382,67	
<b>TOTAL</b>	<b>1.480,97</b>	<b>- 1.539,93</b>	<b>3.293,62</b>	<b>- 3.380,00</b>	<b>2.319,34</b>	<b>- 2.533,17</b>	<b>1.720,16</b>	<b>- 1.737,49</b>

Tabla 43 Indicador de ganancias y pérdidas térmicas vivienda VIS. Fuente: elaboracion propia. 2018

Para el escenario de la tipología Colonial, las temperaturas operativas arrojadas en las simulaciones tienen niveles muy cercanos al límite superior del rango de confort adaptativo, una caracterización térmica un poco desfavorable, evaluadas frente a los índices del 80% y 90% ninguna cumple con el porcentaje de aceptabilidad, alcanzando porcentaje por debajo del 60%.

Cara a la de la tipología anterior, aumentan un grado, haciendo de este un escenario muy similar, sabiendo que las características físicas de las muestras difieren en dimensiones y materialidad.

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera	Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera
MT1	SALA COMEDOR	30,1	857	631	57,6%	42,4%	685	803	46,0%	54,0%
	ALCOBA 1	30,5	779	709	52,4%	47,6%	619	869	41,6%	58,4%

	ALCOBA 2	30,0	844	644	56,7%	43,3%	666	822	44,8%	55,2%
--	----------	------	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-------	-------

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera	Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera
MT2	SALA COMEDOR	30,4	754	734	50,7%	49,3%	455	1033	30,6%	69,4%
	ALCOBA 1	30,2	778	710	52,3%	47,7%	459	1029	30,8%	69,2%
	ALCOBA 2	29,7	912	576	61,3%	38,7%	612	876	41,1%	58,9%

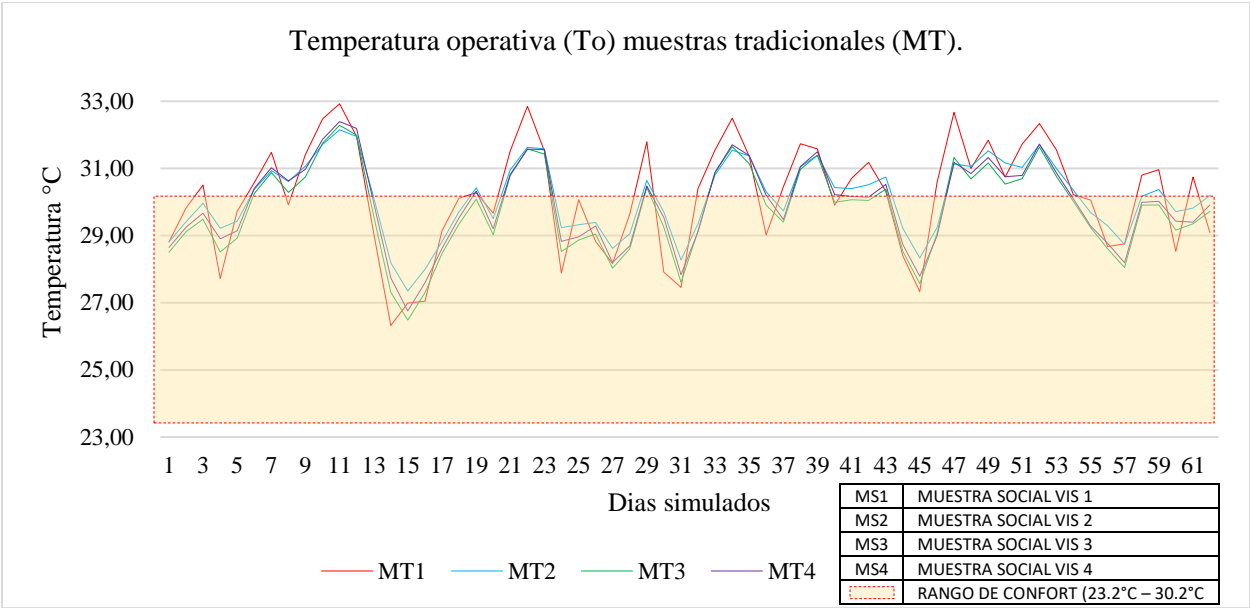
CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera	Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera
MT3	SALA COMEDOR	30,2	803	685	54,0%	46,0%	543	945	36,5%	63,5%
	ALCOBA 1	30,4	739	749	49,7%	50,3%	491	997	33,0%	67,0%
	ALCOBA 2	28,7	1155	333	77,6%	22,4%	897	591	60,3%	39,7%

CASO	AMBIENTE	To PROMEDIO	80%				90%			
			Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera	Hr Dentro	Hr	% Dentro	% Fuera
MT4	SALA COMEDOR	29,8	885	603	59,5%	40,5%	560	928	37,6%	62,4%
	ALCOBA 1	30,1	810	678	54,4%	45,6%	557	931	37,4%	62,6%
	ALCOBA 2	29,8	865	623	58,1%	41,9%	581	907	39,0%	61,0%

*Tabla 44 Resultados de temperatura operativa y número y porcentaje de horas dentro del rango de confort adaptativo en las muestras Colonial. Fuente: elaboracion propia. 2018*

Se puede precisar que la línea de temperatura operativa se ubica en el periodo de sobrecalentamiento, manteniendo un porcentaje sobre la franja de confort que no excede el 60%.

La mayor cantidad de horas dentro de la franja de confort (23.2°C – 30.2°C sobre el 80%), se presenta en la muestra MT3 y el MT1 el menor, como bien se aprecia en la imagen de los resultados No 45, además muestran que su variación es un poco más corta al tener cambios entre los 26.32° C y los 32.92° C presentando periodos continuos y cuantiosos de sobrecalentamiento.

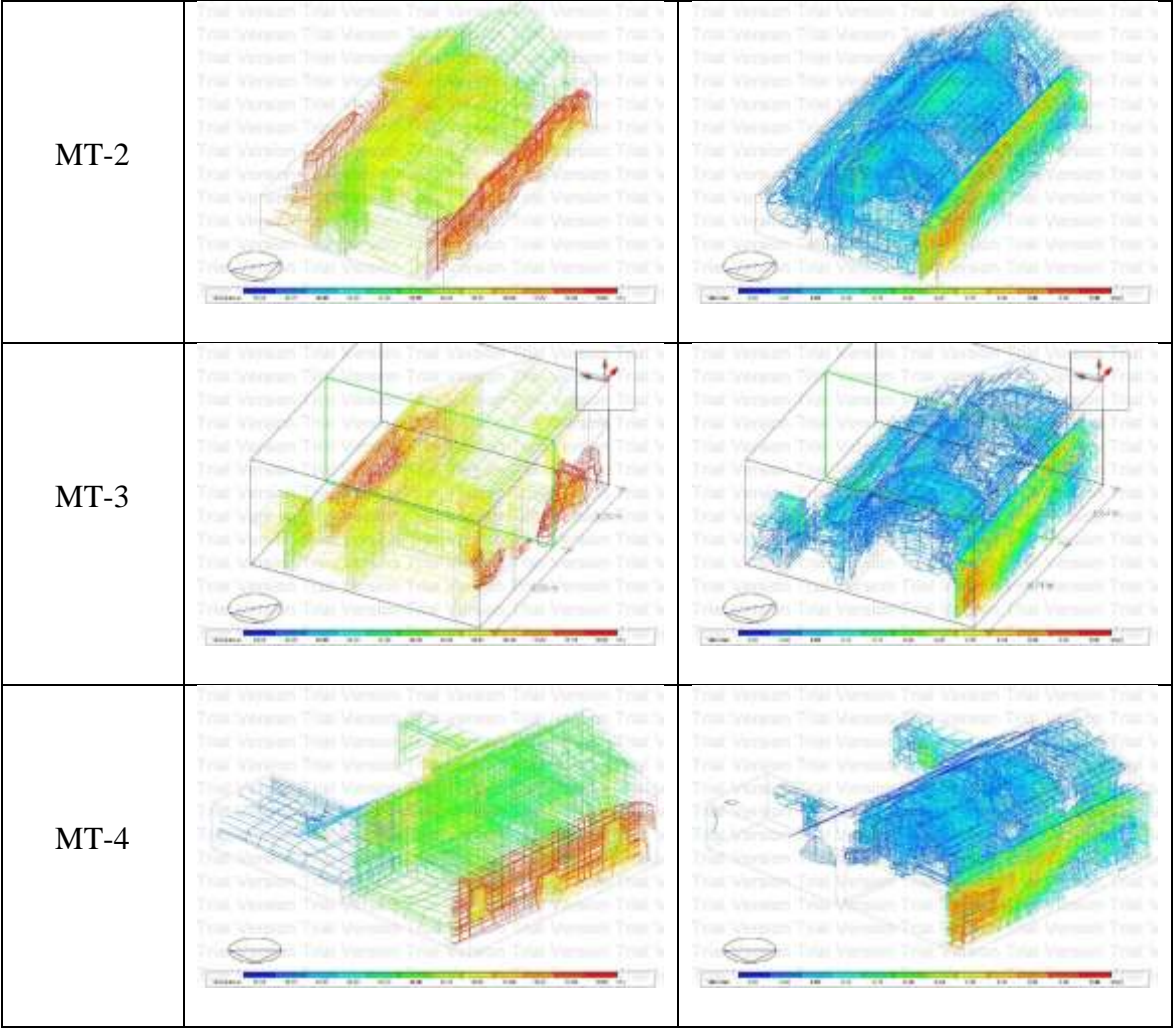


*Imagen 45. Resultado de simulaciones, temperaturas operativas muestras MT bajo rango de confort.*  
*Fuente: Elaboración propia. 2018*

Esta conducta, define como determinante de ganancias de calor la incidencia directa e indirecta de la radiación solar sobre las aperturas de la envolvente, llevando a elevar las condiciones térmicas del interior, como bien se aprecia en los resultados de CFD de la tabla No 44. Esto ocurre en el total de las muestras y se consolida como un factor común el mecanismo de transferencia en la caracterización de la tipología.

MUESTRA	CFD TEMPERATURA	CFD VELOCIDAD
MT-1		





*Tabla 45 CFD muestras vivienda Colonial.  
Fuente: Design Builder. elaboracion propia. 2018*

Las temperaturas internas aumentan sus niveles respecto a la temperatura exterior (Bs), presentando un escenario negativo en donde esta diferencia alcanza a llegar a 1.5 grados en el total de las muestras.





Imagen 46. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT1.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia.

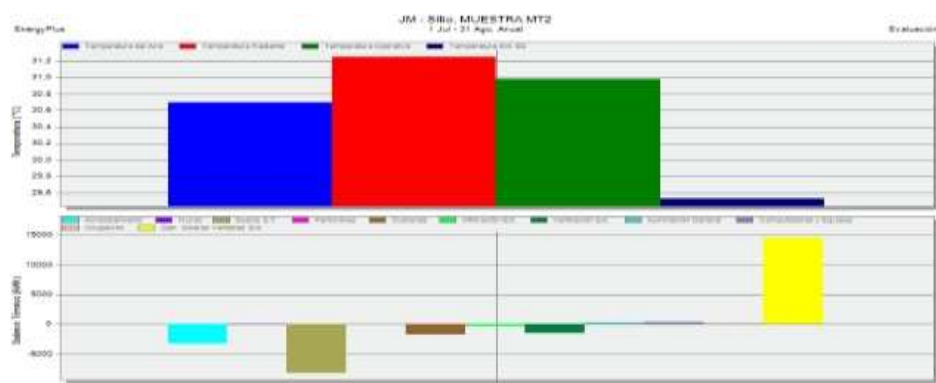


Imagen 47. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT2.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia.



Imagen 48. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT3  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia.



Imagen 49. Resultados de temperaturas internas, balance térmico, muestra MT4.  
Fuente: Design Builder. Elaboración propia.

La tabla 46 contiene los valores en kilovatios hora (Kwh) de ganancias y pérdidas de cada muestra y refiere los elementos que aportan mayor carga calorífica para que desarrolle el comportamiento ya observado, además podemos concluir que para la tipología Colonial la muestra que mayor ganancia térmica obtiene es la MT2 con 15237.66 Kwh y que esto radica a las características de la envolvente, tipo y composición de la cubierta y al porcentaje de la relación ventana pared, en donde sus aperturas representan una gran superficie y no contiene ningún control para mitigar la incidencia del sol.

ELEMENTOS	MT1		MT2		MT3		MT4	
	GANACIA	PERDIDA	GANACIA	PERDIDA	GANACIA	PERDIDA	GANACIA	PERDIDA
ACRISTALAMIENTO		-1.061,11		-3.326,28		- 2.489,81		-1.934,71
MUROS		- 293,82		- 132,82		- 616,48		- 360,62
SUELOS S.T.		-2.877,63		-8.221,05		- 6.255,00		- 5.623,61
PARTICIONES	9,54		19,75		21,08		12,49	
CUBIERTAS	592,67			-1.734,50		-1.144,82		- 488,46
SUELOS EXT.								
VENT. NAT. INT.		- 136,15		-1.456,01		- 987,23		- 850,71
INFILTRACIÓN		-1.571,76		- 361,24		- 236,31		- 113,45
ILUMINACIÓN	81,77		228,51		169,01		160,87	
COMPUTADORAS Y	119,00		332,55		245,97		234,11	

OCUPACIÓN	45,05		107,81		79,52		78,13	
GAN. SOLARES	4.934,83		14.549,04		11.026,46		8.785,75	
TOTAL	5.782,85	- 5.940,47	15.237,66	-15.231,92	11.542,04	- 11.729,64	9.271,36	-9.371,56

*Tabla 46 Indicador de ganancia y perdidas térmicas vivienda Colonial.*

*Fuente: elaboracion propia. 2018*

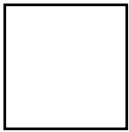

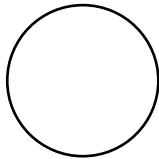
A manera de resumen, estas simulaciones indican dos factores relevantes para los resultados de ganancia y conducta térmica, uno de ellos y el más relevante es el porcentaje de las aperturas en la envolvente, seguido por las superficies de cubierta en cuanto a materialidad.

## **10. Estrategias sobre variables para la optimización**

Obtenidos los resultados mediante los diversos instrumentos de recolección y evaluación de datos de las dos tipologías y conociendo el comportamiento interno de cada tipología, como estrategias para la optimización del confort térmico se efectúa una evaluación mediante simulación sobre las variables de la envolvente con mayor incidencia en el comportamiento térmico interior, con el objeto de llegar a determinar una línea base sobre cada una de ellas; para esto se desarrollaran sobre las variables forma, altura, forma de cubierta, relación ventana pared y materialidad.

### **10.1. Variable Forma Envolvente.**


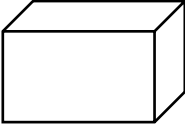
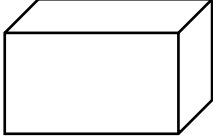
Simulada las variables en forma se puede establecer en la tabla 47, que la forma en planta de una envolvente para la solución de viviendas en el municipio de Ambalema que mejor desempeño térmico aporta, es la rectangular, orientando  $172.5^{\circ}$  respecto al norte la cara de mayor superficie.

LIMITES DE CONFORT	MINIMO	MAXIMO	
	23,2	30,2	
ESCENARIO	PLANTA CUADRADA	PLANTA RECTANGULAR	PLANTA CIRCULAR
VARIACIONES			
	RANGOS DE CONFORT TERMICO		
	HORAS SIMULADAS	1488	
	HORAS DENTRO	749,0	749,0
	HORAS FUERA	739,0	739,0
	% DENTRO	50,3%	50,3%
	% FUERA	49,7%	49,7%
T OPERATIVA PROMEDIO	30,09	30,04	30,06

*Tabla 47 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort.  
Fuente: elaboracion propia. 2018*

## 10.2. Variable altura.

La tabla 48 indica, que la altura de la superficie por piso, a emplear en la búsqueda del confort térmico interno desde el proceso de diseño es de 3.00 metros; de las viviendas evaluadas, las Coloniales cumplen con esta variable, las VIS debe implementar la optimización de esta variable con el fin de mejorar las conductas internas del confort térmico.

LIMITES DE CONFORT	MINIMO	MAXIMO	
	23,2	30,2	
ESCENARIO	H= 3,00 MTS	H= 3,50 MTS	H= 4,00 MTS
VARIACIONES			
RANGOS DE CONFORT TERMICO			
HORAS SIMULADAS	1488		
HORAS DENTRO	844,0	752,0	669,0
HORAS FUERA	644,0	736,0	819,0
% DENTRO	56,7%	50,5%	45,0%
% FUERA	43,3%	49,5%	55,0%
T OPERATIVA PROMEDIO	29,87	30,07	30,25

*Tabla 48 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la altura de piso.  
Fuente: elaboracion propia. 2018*

### 10.3. Variable Forma De Cubierta.

La tabla 49 indica que la cubierta a dos aguas en sentido longitudinal es la forma más eficiente para brindar mejoras al ambiente térmico interior en la consolidación de una vivienda en el municipio de Ambalema, se evidencia que el 100% de las viviendas evaluadas cuentan con este tipo de cubierta, pero para una buena eficiencia, la edificación debe ajustar los demás componentes, la escogencia de un material que aporte en las mejoras de las condiciones internas.


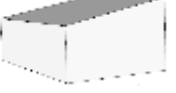



LIMITE DE CONFORT	MINIMO	MAXIMO			
	23,2	30,2			
ESCENARIO	CUBIERTA PLANA	UNA AGUAS TRANSVERSAL	UNA AGUAS LONGITUDINAL	DOS AGUAS TRANSVERSAL	DOS AGUAS LONGITUDINAL
VARIACIONES					
RANGOS DE CONFORT TERMICO					
HORAS SIMULADAS	1488				
HORAS DENTRO	612,0	676,0	669,0	696,0	706,0
HORAS FUERA	876,0	812,0	819,0	792,0	782,0
% DENTRO	41,1%	45,4%	45,0%	46,8%	47,4%
% FUERA	58,9%	54,6%	55,0%	53,2%	52,6%
T OPERATIVA PROMEDIO	30,22	30,22	30,26	30,18	30,16

Tabla 49 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la forma de cubierta.  
Fuente: elaboracion propia. 2018

#### 10.4. Variable relación ventana pared.

La tabla 50 indica la relación ventana pared V/P más eficiente para una envolvente en el mejoramiento del espacio interior de la vivienda en Ambalema, esta variable juega un papel fundamental en la caracterización térmica, como ya se vio, de aquí se desencadenan los altos niveles de temperaturas internas, vulnerando el confort térmico deseado.




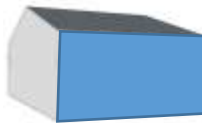
LIMITES DE CONFORT	MINIMO	MAXIMO		
	23,2	30,2		
ESCENARIO	10%	20%	30%	100%
VARIACIONES				
RANGOS DE CONFORT TERMICO				
HORAS SIMULADAS	1488			
HORAS DENTRO	558,0	481,0	408,0	201,0
HORAS FUERA	930,0	1.007,0	1.080,0	1.287,0
% DENTRO	37,5%	32,3%	27,4%	13,5%
% FUERA	62,5%	67,7%	72,6%	86,5%
T OPERATIVA PROMEDIO	30,46	30,65	30,86	32,16

Tabla 50 Valores de Temperatura operativa de acuerdo a la forma de la cubierta.

Fuente: elaboracion propia. 2018




Las aberturas del porcentaje descrito anteriormente deberán obedecer a un elemento que bloquee el paso de la radiación solar directa y que favorezca el paso de la ventilación natural, el manejo de aleros como protección horizontal se hace indispensable para la generación de sombra en las fachadas expuestas y de mayor área de aperturas, debe integrar la vivienda VIS este elemento e integrarlo como parte de la estructura arquitectónica guardando unidad con la vivienda tradicional colonial.



### 10.5. Variable Materialidad.

En base a los resultados obtenidos en ganancia térmica, derivadas del comportamiento de la superficie material de la envolvente en muros y cubiertas de ambas tipologías, se concluye después de un proceso comparativo de características físicas y eficiencia térmica, que el mejor sistema el cual responde a las condiciones climáticas, ambientales, culturales y físicas para muros exteriores en la vivienda de Ambalema, corresponde a mampostería con espesor de 20.6 centímetros, con adobe de composición del 40% en fibra natural y 60% tierra arcillosa recubierta por dos capas de mortero y acabado en pintura en base de cal, correspondiente al numeral cuatro (4) de la tabla 51,

De acuerdo a la evaluación mediante simulaciones, los parámetros de temperatura operativa, porcentaje de confort anual, cumplen frente a los rangos de confort establecido.

MUROS EXTERIORES						
SISTEMA	COMPOSICION MATERIAL	PROPIEDADES			IMAGEN	
		Espesor/cm	U	R		
1	Pañete, mortero de cemento	1.5	13	1.61 W/m2	0.60 m2/W	
	Bloque de arcilla No 5	10				
	Pañete, mortero de cemento	1.5				
2	Pañete, mortero de cemento	1.5	15	2.69 W/m2	0.37 m2/W	
	Ladrillo tolete común	12				
	Pañete, mortero de cemento	1.5				
3	Pintura a base de cal	0.5	26	2.57 W/m2	0.38 m2/W	



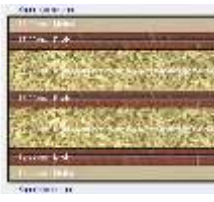
	Pañete, mortero de cemento		1.5				
	Tierra compactada		22				
	Pañete, mortero de cemento		1.5				
	Pintura a base de cal		0.5				
4	Pintura a base de cal		0.3	20.6	0.57 W/m2	1.73 m2/W	
	Pañete, mortero de cemento		1				
	Adobe con 40% de fibra natural	Tierra compactada	5				
		Fibra vegetal (paja-heno)	8				
		Tierra compactada	5				
	Pañete, mortero de cemento		1				
	Pintura a base de cal		0.3				
5	Pañete, mortero de cemento		1.5	15	0.61 W/m2	1.63 m2/W	
	Bloque de arcilla No 5	Arcilla cocinada	1.5				
		Fibra vegetal (paja-heno)	3.75				
		Arcilla cocinada	1.5				
		Fibra vegetal (paja-heno)	3.75				
		Arcilla cocinada	1.5				
	Pañete, mortero de cemento		1.5				
	NIVEL DE EFICIENCIA						
MATERIAL	TEMPERATURA OPERATIVA (To)		% CONFORT EN EL AÑO		REN./h		
1	27.61° C		77.9 %		.035		
2	27.82° C		75.9 %		.036		
3	27.71° C		79.9 %		.038		
4	26.95° C		92.2 %		.035		
5	26.99° C		91.2 %		.034		

Tabla 51 Descripción, propiedades y eficiencia térmica de sistemas constructivos y materiales para muros exteriores.

Fuente: elaboracion propia. 2018

De igual forma, el mejor sistema constructivo y material que responde a las condiciones climáticas, ambientales, culturales y físicas para cubiertas inclinadas en la vivienda de Ambalema, concierne a la composición de teja de barro sobre un lecho de fibra natural soportadas en un entablado de madera impermeabilizada con pintura de poliuretano,

correspondiente al numeral cuatro (4) de la siguiente tabla, cumpliendo con los parámetros de temperatura operativa, porcentaje de confort anual y renovaciones de aire.





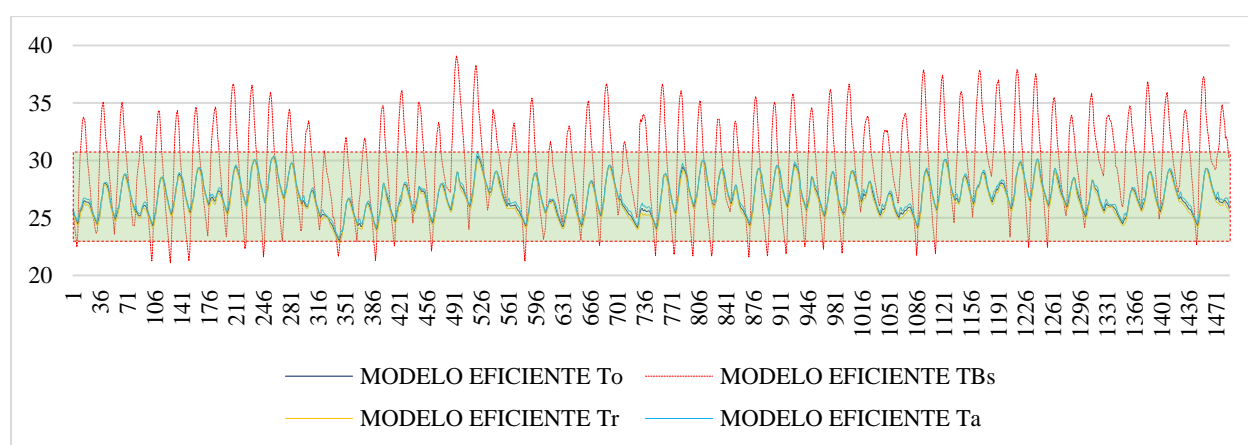
CUBIERTAS INCLINADAS							
SISTEMA	COMPOSICION MATERIAL	PROPIEDADES				IMAGEN	
		Espesor/cm		U	R		
1	Teja de zinc	.2	.2	7.14 W/m2	0.14 m2/W		
2	Teja de barro ondulada	2.5	3.5	4.93 W/m2	0.20 m2/W		
	Teja de fibrocemento ondulada	1					
3	Teja de barro ondulada	2.5	14.5	2.20 W/m2	0.45 m2/W		
	Tierra común compactada	10					
	Tablero en esterilla de guadua	20					
4	Teja de barro ondulada	2.5	10	1.30 W/m2	0.76 m2/W		
	Fibra vegetal (paja-heno)	5					
	Impermeabilizacion. base poliuretano	.5					
	Tablero en esterilla de guadua	2					
NIVEL DE EFICIENCIA							
MATERIAL	TEMPERATURA OPERATIVA (To)		% CONFORT EN EL AÑO		REN. /h		
1	28.78° C		56.6 %		.030		
2	28.27° C		61.8 %		.030		
3	27.66° C		74.2 %		.032		
4	27.14° C		83.1 %		.031		

Tabla 52 Descripción y propiedades térmicas de sistemas constructivos y materiales para muros exteriores.  
Fuente: elaboracion propia. 2018

Con la implementación de los materiales y las estrategias de mayor eficiencia de las variables, se pudo lograr mejoras en la calidad del confort térmico, permitiendo disminuir el nivel de la temperatura operativa a  $26.84^{\circ}\text{C}$  y alojándola en la zona de confort durante el 99.5% del tiempo en el periodo más caluroso que presenta Ambalema, como bien se aprecia en la imagen No 65 correspondiente a los resultados de simulación sobre un modelo integrado con dicha implementación.



*Imagen 50. Resultados de simulaciones para temperaturas internas sobre la implementación de estrategias eficientes. Fuente. Elaboración propia.*

## 11. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye en un orden de eficiencia frente a los modelos de evaluación para cada tipología, la cual se pueden observar en las tablas 53 y 54.

Resultados de acuerdo al modelo de evaluación								
Orden de eficiencia	Modelo Adaptativo / Temperatura operativa promedio (Top)					Modelo Estático		
	S i m u l a c i ó n			M e d i c i o n e s		Caso estudio	Índice PMV	Índice PPD
	Caso Estudio	T o p	% Horas eficiente	Caso Estudio	Top cerca franja de confort			
1	MS1	28.96°	62.90%	MS2	32.02°	MS2	.86	21%
2	MS3	29.15°	63.40%	MS4	33.08°	MS4	1.78	66%
3	MS4	29.30°	60.80%	MS1	34.12°	MS3	1.81	67%
4	MS2	29.38°	62.5%	MS3	33.25°	MS1	1.90	72%
PROMEDIO		29.19°	62.40%		33.11°		1.58	56.5

MS1	MUESTRA SOCIAL VIS 1	MS2	MUESTRA SOCIAL VIS 2
MS3	MUESTRA SOCIAL VIS 3	MS4	MUESTRA SOCIAL VIS 4

Tabla 53 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort., vivienda VIS.  
Fuente: elaboracion propia. 2018

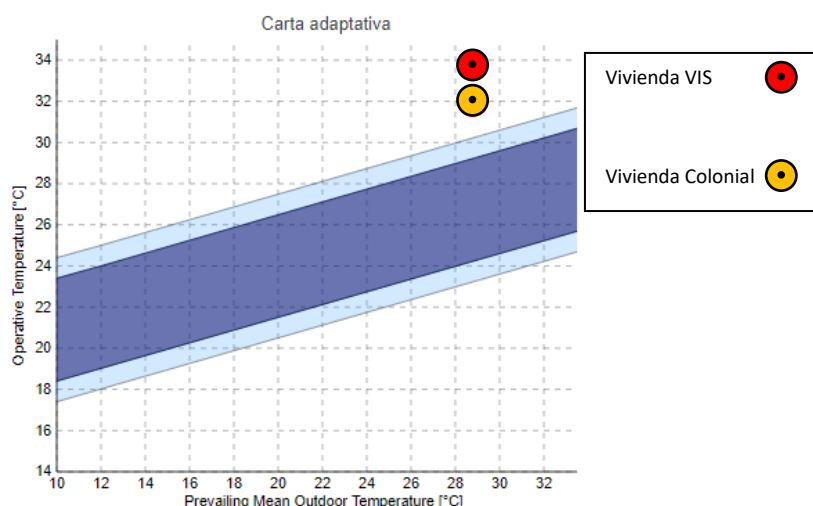
Resultados de acuerdo al modelo de evaluación								
Orden de eficiencia	Modelo Adaptativo / Temperatura operativa promedio (Top)					Modelo Estático		
	S i m u l a c i ó n			M e d i c i o n e s		Caso estudio	Índice PMV	Índice PPD
	Caso Estudio	T o p	% Horas eficiente	Caso Estudio	Top cerca franja de confort			
1	MT3	29.76°	60.40%	MT4	30.68°	MT4	-0.05	5%
2	MT4	29.92°	57.30%	MT3	30.75°	MT3	0.50	10%
3	MT2	30.12°	54.7%	MT2	31.36°	MT2	.41	9%
4	MT1	30.16°	55.6%	MT1	34.24°	MT1	2.08	80%
PROMEDIO		29.99°	57%		31.95°		.73	26%

MT1	MUESTRA TRADICIONAL COLONIAL 1	MT2	MUESTRA TRADICIONAL COLONIAL 2
MT3	MUESTRA TRADICIONAL COLONIAL 3	MT4	MUESTRA TRADICIONAL COLONIAL 4

Tabla 54 Evaluación de resultados frente a los modelos de confort., vivienda Colonial.  
Fuente: elaboracion propia. 2018

La utilización de diversos instrumentos de medición y recolección de datos (simulaciones y mediciones) para la aplicación del modelo adaptativo en el comportamiento térmico de las viviendas de interés social (VIS) y colonial del municipio de Ambalema difieren en los resultados de los niveles de confort térmico arrojados por el tipo de instrumento para cada tipología, como se puede apreciar en las tablas No 53 y 54.

La aplicación de los modelos adaptativo y estático para datos recolectados a través de instrumentos de medición (temperaturas) en la vivienda de interés social (VIS) de Ambalema, mantiene igualdad de resultados; concluyendo específicamente que la vivienda VIS evaluada bajo estos dos modelos, el nivel de confort arrojado se aloja por fuera del rango de aceptabilidad; para la vivienda colonial bajo este mismo criterio, los dos modelos igualmente proyectan niveles por fuera del rango; destaca la vivienda colonial, se ubica un poco más cerca del rango de confort, como bien se aprecia en las imágenes No 51 – 52.



*Imagen 51. Evaluación general de temperatura operativa de mediciones en las tipologías de acuerdo al modelo adaptativo. Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017)*

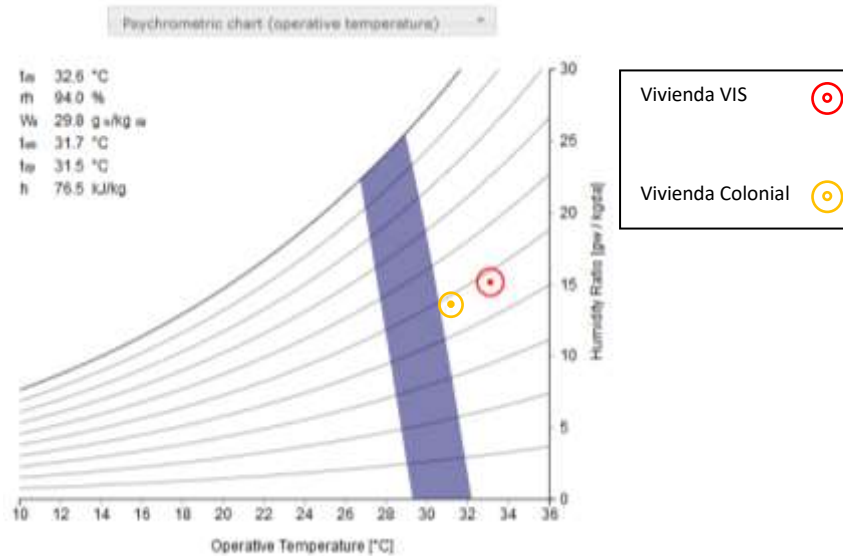


Imagen 52. Evaluación general de temperatura operativa de mediciones en las tipologías de acuerdo al modelo estático. Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017)

La aplicación del modelo estático (Fanger) dicta que, las personas del municipio de Ambalema perciben la vivienda VIS como una vivienda calurosa, que no brinda el confort térmico interior deseado, marcando en promedio un índice del voto medio estimado (PMV) con 1.58 puntos y 56.5 de porcentaje estimado de insatisfechos; para el caso de la vivienda colonial, la percepción del ocupante es un poco favorable, al considerarla en términos generales livianamente calurosa, encontrando en algunos casos la percepción de espacios térmicamente neutros, lo anterior de acuerdo al promedio de puntos obtenidos, .73 en voto medio estimado (PMV) y 26 de Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). como se muestra en la imagen 53

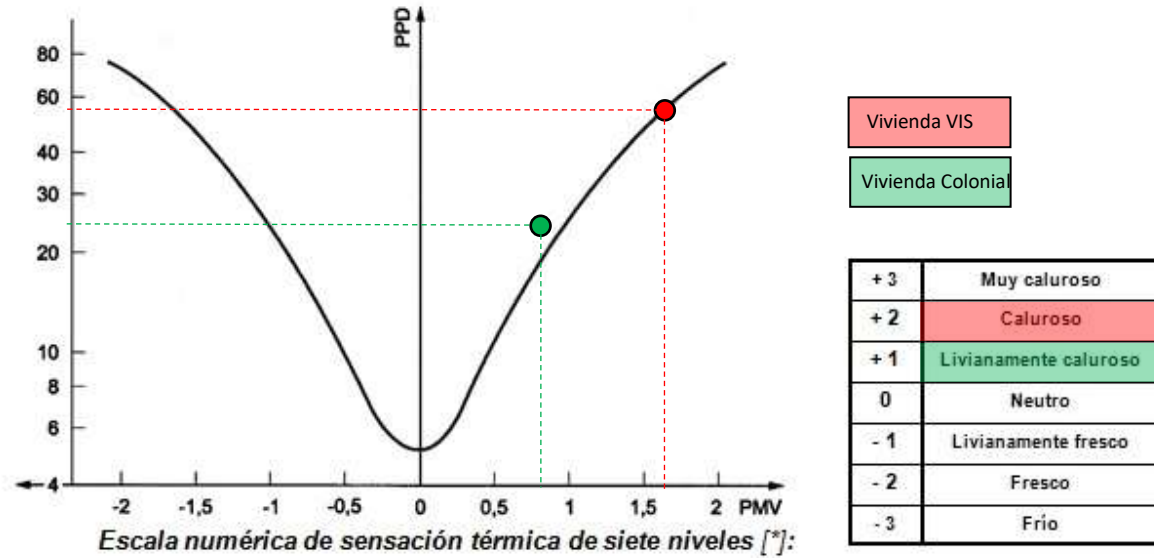


Imagen 53. Evaluación general de resultados de las tipologías, frente al modelo estático.  
Fuente. Elaboración propia. Tomado del ASHRAE 55

La aplicación de los modelos adaptativo y estático para datos recolectados a través de las simulaciones (temperaturas) refleja un panorama diferente al anterior, la vivienda de interés social (VIS) y colonial de Ambalema, bajo los dos modelos de evaluación mantienen sus niveles de confort dentro del rango de aceptabilidad, destacando la mayor eficiencia frente al rango del modelo estático, como bien se aprecia en las imágenes No 54 – 55



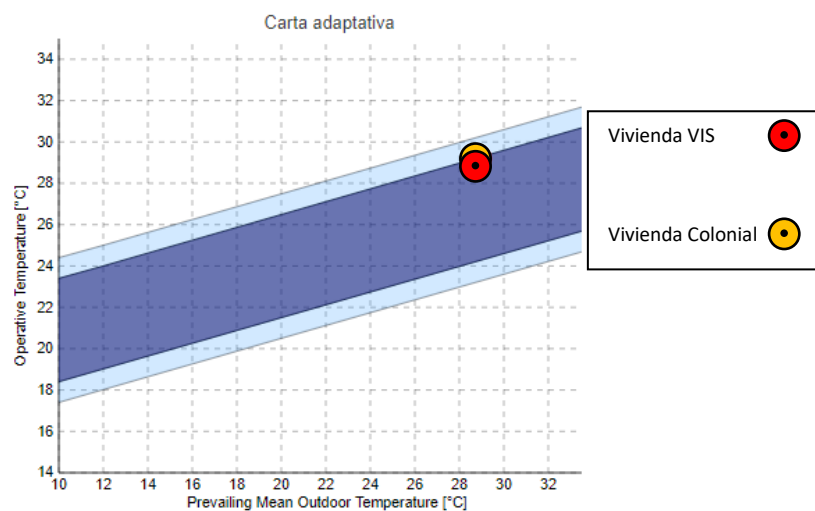


Imagen 54. Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo adaptativo.

Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017)

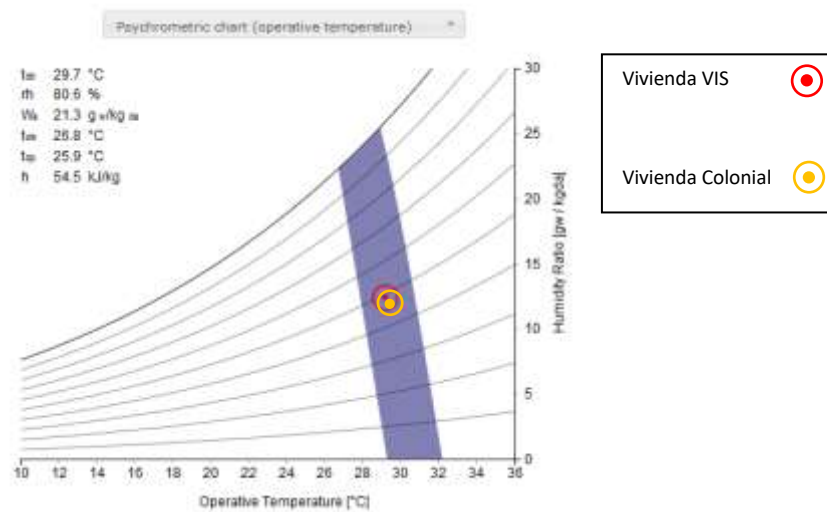


Imagen 55. Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo estático.

Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017)

El elemento constructivo de la envolvente que mayor aporte térmico genera al interior de las viviendas en Ambalema es la cubierta, de acuerdo al modelo estático, las construidas en teja de zinc y fibrocemento generan espacios de percepción calurosa y las construidas en teja colonial (teja de barro) y sistemas combinados (fibro cemento – teja de barro) se perciben como espacios ligeramente calurosos, como se puede evidenciar en la imagen 56.

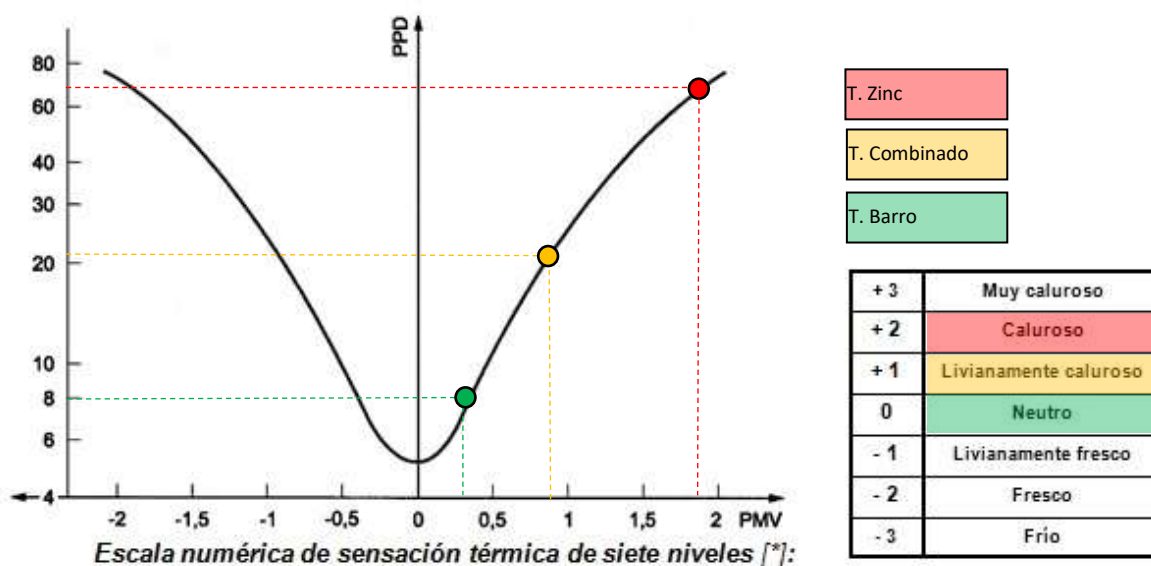
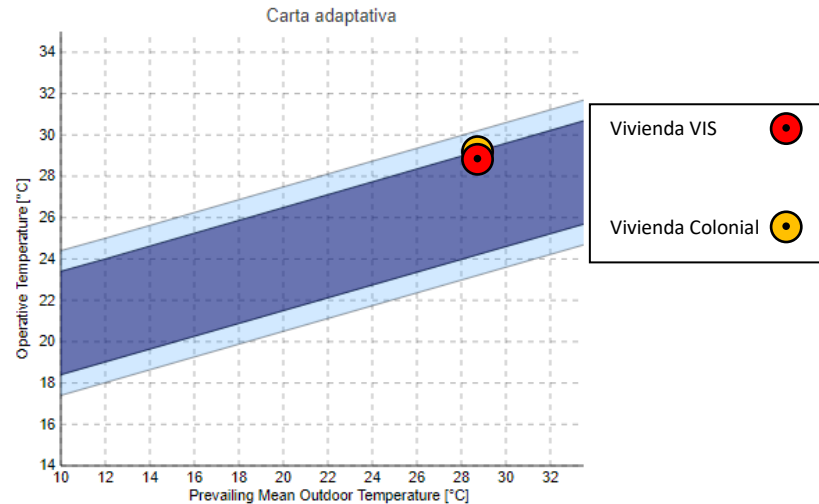


Imagen 56. Evaluación de acuerdo a la materialidad de cubierta frente al modelo estático.

Fuente. Elaboración propia. Tomado del ASHRAE 55

Mediante el escenario de las simulaciones, se llega a la conclusión, que las viviendas del municipio de Ambalema cuentan con condiciones térmicas sobre el índice de aceptabilidad del 80% como se indica en la imagen anterior No 55, mantienen valores elevados de temperatura, consolidando un periodo de sobrecalentamiento y la temperatura operativa se aloja dentro de la zona de confort durante el 59.7% del tiempo.



*Imagen 57.* Evaluación general de temperatura operativa en simulaciones de acuerdo al modelo adaptativo.  
Fuente. Elaboración propia. Tomado (Hoyt Tyler, 2017)

Con la aplicación de simulaciones, la vivienda VIS presenta una mínima diferencia frente a la vivienda colonial, la temperatura operativa es medio grado menos y mantiene mayor tiempo en el rango de confort.

Es claro concluir que la conducta que define el nivel de confort térmico de las viviendas en Ambalema son el producto del grado de eficiencia de la envolvente, en especial la cubierta; por tanto, para lograr viviendas en el clima cálido de Ambalema, se hace necesario contemplar estrategias sobre las variables constructivas (forma, volumen, relación ventana pared y materialidad), que garanticen a las ocupantes edificaciones que respondan a las necesidades y condiciones del lugar.

Los materiales que se destacan en la arquitectura colonial de las viviendas tradicionales de Ambalema (bahareque, adobe, teja de barro, estructuras en madera) ejercen mayor eficiencia

térmica dentro de la composición constructiva y la implantación en el suelo térmico cálido húmedo, por tanto pueden representar un modelo de materialidad para la configuración de vivienda de interés social VIS, rescatando la identidad urbana y arquitectónica que en los procesos de crecimiento urbano se han perdido.

En Ambalema es posible la construcción de vivienda que albergue las condiciones térmicas, que aporten al bienestar físico, psicológico, social del ocupante, partiendo de la escogencia de técnicas constructivas arraigadas durante décadas a una cultura que arquitectónica que la enmarca como un lugar único dentro del género de su estilo arquitectónico (vernáculo).

## Bibliografía

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (10 de Julio de 2015). *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO%201%200549%20-%202015.pdf>
- Aguapur. (30 de Diciembre de 2013). *Agua*. Obtenido de <http://elblogdelagua.es/reutilizacion-aguas-grises/>
- Alonso, E. K.-Y.-A. (2016). Evaluacion de modelos de confort termico para interiores. *VIII Congreso Regional de Tecnologia de la Arquitectura*, (pág. 4). Rivadavia San Juan.
- Benitez, C. P. (2012). *Atlas Ilustrado de Eco Arquitectura*. Madrid: Susaeta.
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro Futuro Común*.
- Campiño, A. I. (2013). *Proyectar mejoras del confort termico en la vivienda de interes social de buenaventura*. Santiago de Cali: Univerisidad del Valle.
- Cisneros, S. P. (Diciembre de 2017). CASAS EN LA COLONIA. *Credencial*.
- Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0388\\_1997\\_pr001.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997_pr001.html)
- Congreso de la Republica de Colombia. (1991). *Constitucion Politica*. Obtenido de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-2/articulo-51>
- Corporacion Autonoma Regional Del Tolima CORTOLIMA. (2014). *ATLAS AMBIENTAL DEL TOLIMA*. Septiembre: CORTOLIMA.
- DANE, D. a. (6 de Marzo de 2006). *ESAP*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eb%20-%20estadisticas%20b%C3%A1sicas%20censo%20-%20ambalema%20-%20tolima%20-%202005.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE. (2017). *DANE geoestadísticas*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas\\_frecuentes\\_estratificacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf)
- Fuentes, C. F.-A. (Noviembre de 2015). Confort higrotermico en vivienda social y la percepcion del habitante. *Revista Invi*, 30 227-242(85), 227-242.
- Gimenez, A. (2007). *Arquitectura Sostenible*. Valencia: Pencil.
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. New York: Van Nostrand Reinhold.

- H2O. (2009). *H2otecnologianatural*. Obtenido de <http://h2otecnologianatural.blogspot.com.co/2009/02/tecnologias-de-bajo-consumo.html>
- Hoyt Tyler, S. S. (2017). *CBE Thermal Comfort Tool*. . (Centro para el Ambiente Construido, Productor, & Universidad de California Berkeley, ) Obtenido de <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- IDEAM. (2015). *Mapa de Velocidad del viento*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/cclimatologicas/info/velvientomen.html>
- Irene Marincic, J. M. (2012). Confort térmico adaptativo dependiente de la temperatura y la humedad. "*ACE: Architecture, City and Environment*", 27-46.
- Irina Tumini, A. P. (2015). APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADAPTATIVOS PARA LA EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO EN ESPACIOS ABIERTOS, EN MADRID. *Revista Hábitat Sustentable*, 59.
- lucida, V. (2016). *Vidalucida.com*. Obtenido de <http://www.lavidalucida.com/ideas-para-recolectar-agua-de-lluvia.html>
- Mendoza, A. G. (2012). *Mapa de Confort Climático de Gran Canaria*. Obtenido de <http://mapadeconfortclimaticodegrancanaria.blogspot.com/2012/07/introduccion.html>
- Minguet, J. M. (2009). *Bioclimatic Architecture*. Barcelona: Monsa.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2011). *Guia asistencia tecnica para vivienda de interes social*. Obtenido de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia\\_asis\\_tec\\_vis\\_1.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_1.pdf)
- Ministerio de Vivienda . (2015). *Anexo 2 Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa*. Obtenido de [https://docs.wixstatic.com/ugd/316f01\\_2205730a06c143ed9b6181e39ef99494.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/316f01_2205730a06c143ed9b6181e39ef99494.pdf)
- Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. (2012). *Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana*. Bogota, D.C.
- Molina, J. (23 de septiembre de 2015). *Realidad Energética Renovable con TECNOLOGÍAS LÍMPIAS*. Obtenido de <http://alternativarenovable.blogspot.com/2015/09/confort-termico-comodidad-termica.html>
- Olgyay, V. (1998). *ARQUITECTURA Y CLIMA: MANUAL DE DISEÑO BIOCLIMATICO PARA ARQUITECTOS Y URBANISTAS*. GUSTAVO GILI.
- Organizacion de naciones unidas. (abril de 2010). *El derecho a una vivienda adecuada*. Obtenido de [http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21\\_rev\\_1\\_Housing\\_sp.pdf](http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf)
- Perez, A. L. (2016). El diseño de la vivienda de interes social, la satisfaccion de las necesidades y expectativas del usuario. (F. d. diseño, Ed.) *Revista de arquitectura*, 18(1 2016), 67-75.
- Real academia española. (2017). *diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=byF4Mc7>
- Roa, A. S. (2017). *La Arquitectura en Colombia en Varios tiempos*. Bogota D.C.: Banco de la Republica.


- Torres, G. G. (2007). EL CONFORT TÉRMICO: DOS ENFOQUES TEÓRICOS ENFRENTADOS. *PALAPA - Revista de investigacion científica en arquitectura*, 3.
- Valdés, T. V. (2005). *Ecología y medio ambiente*. Mexico: Pearson.
- Yeang, K. (1999). *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: GG.
- Zarate Martin, A. (1991). *El espacio interior de la ciudad*. Síntesis.

## **Anexos**

<i>Anexo A. Formato de encuesta, diagnóstico de la edificación.</i>	<i>1</i>
<i>Anexo B. Formato de encuesta, percepción y sensación de confort térmico.</i>	<i>5</i>
<i>Anexo C. Graficas, resultados de simulaciones para temperatura operativa (To) muestras social (MS) vivienda de interes social.</i>	<i>8</i>
<i>Anexo D. Graficas, resultados de simulaciones para temperatura operativa (To) muestras tradicional (MT) vivienda colonial.</i>	<i>10</i>



## Anexo A. Formato de encuesta, diagnóstico de la edificación.

EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN AMBALEMA TOLIMA		 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia		MAESTRÍA EN DISEÑO SOSTENIBLE
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
<b>1. DIRECCION DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR?</b>				
CALLE	_____	CARRERA	_____	No _____
CIUDAD	_____	DEPARTAMENTO	_____	
<b>2. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR?</b>				
ESQUINERA	<input type="checkbox"/>			
MEDIANERA	<input type="checkbox"/>			
<b>3. NUMERO DE PISOS?</b>				
<b>4. LA FACHADA DE LA VIVIENDA DA HACIA EL ?</b>				
NORTE	<input type="checkbox"/>	SUR	<input type="checkbox"/>	ESTE <input type="checkbox"/> OESTE <input type="checkbox"/>
NORESTE	<input type="checkbox"/>	NOROESTE	<input type="checkbox"/>	SURESTE <input type="checkbox"/> SUROESTE <input type="checkbox"/>
<b>5. ANTIGÜEDAD APROXIMADA DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR?</b>				
a. MENOS DE 2 AÑOS	<input type="checkbox"/>			
b. ENTRE 2 Y 10 AÑOS	<input type="checkbox"/>			
c. ENTRE 10 Y 15 AÑOS	<input type="checkbox"/>			
d. MAS DE 15 AÑOS	<input type="checkbox"/>			
<b>6. MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA?</b>				
<b>MUROS</b>	LADRILLO TOLETE PAÑETE Y PINTURA	<input type="checkbox"/>	CUAL? _____	
	BLOQUE DE ARCILLA PAÑETE Y PINTURA	<input type="checkbox"/>		
	BLOQUE DE CEMENTO PAÑETE Y PINTURA	<input type="checkbox"/>		
	ADOCBE	<input type="checkbox"/>		
	BAHAREQUE	<input type="checkbox"/>		
	MADERA	<input type="checkbox"/>		
OTRO	<input type="checkbox"/>			
<b>CUBIERTA</b>	TEJA DE ZINC	<input type="checkbox"/>	CUAL? _____	
	TEJA DE FIBROCEMENTO	<input type="checkbox"/>		
	TEJA PLASTICA	<input type="checkbox"/>		
	TEJA DE BARRO	<input type="checkbox"/>		
OTRO	<input type="checkbox"/>			
<b>VENTANAS</b>	LAMINA Y VIDRIO	<input type="checkbox"/>	CUAL? _____	
	ALUMINIO Y VIDRIO	<input type="checkbox"/>		
	LAMINA	<input type="checkbox"/>		
	MADERA	<input type="checkbox"/>		
OTRO	<input type="checkbox"/>			
<b>PISOS</b>	CONCRETO AFINADO	<input type="checkbox"/>	CUAL? _____	
	CERAMICA	<input type="checkbox"/>		
	TIERRA	<input type="checkbox"/>		
	ARCILLA	<input type="checkbox"/>		
OTRO	<input type="checkbox"/>			
<b>POBLACION</b>				
<b>7. CUANTAS PERSONAS HABITAN EN LA VIVIENDA?</b>				
<input type="text"/>				
<b>8. NUMERO DE PERSONAS DE ACUERDO A EDAD Y SEXO?</b>				
NIÑOS	<input type="text"/>	ADULTOS	<input type="text"/>	HOMBRE <input type="text"/> MUJER <input type="text"/>
<b>9. CUANTAS HABITACIONES HAY EN LA VIVIENDA</b>				
<input type="text"/>				
<b>10. CUANTAS PERSONAS HABITAN EN LA HABITACION MAS OCUPADA</b>				
<input type="text"/>				



## CONFORT TERMICO

11. CONSIDERA QUE SU VIVIENDA ES:

a. CALUROSA  b. FRESCA  c. FRIA d. SIEMPRE ES CALUROSA  e. NUNCA ES CALUROSA 

12. EN QUE MOMENTO DEL DIA:

a. MAÑANA  b. LA TARDE  c. LA NOCHE 

13. EN QUE LUGAR ESPECIFICAMENTE

a. SALA  b. ALCABA1  c. ALCABA 2  d. OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

14. EN ALGUN MOMENTO DEL DIA, EL SOL DA DIRECTAMENTE EN LA FACHADA?

a. SI  b. NO  c. NO DA a. MAÑANA  b. LA TARDE 

15. EN ALGUN MOMENTO DEL DIA, EL SOL DA DIRECTAMENTE A SUS DORMITORIOS?

a. SI  b. NO  c. NO DA a. MAÑANA  b. LA TARDE 

16. USTED AL INTERIOR DE SU CASA SIENDE CORRIENTE DE AIRE?

a. SI  b. NO 

17. EN QUE LUGAR ES MAYOR ESA VENTILACION?

a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR a. ALCABA 1  b. ALCABA 2  OTRAS \_\_\_\_\_

18. ¿A QUE HORAS?

a. MAÑANA  b. LA TARDE  c. LA NOCHE  d. SIEMPRE e. NUNCA 

19. LOS VIENTOS EN SU BARRIO SON

a. FUERTES  b. SUAVES  c. NO SE SIENDE 

20. QUE HACE NORMALMENTE PARA MEJORAR EL CLIMA INTERIOR EN SU VIVIENDA?

a. SOLO ABRE LAS PUERTAS Y/O VENTANAS  b. SOLO CIERRA LAS PUERTAS Y/O VENTANAS c. USA AIRE ACONDICIONADO  d. USA VENTILADOR  e. NO HACE NADAS 

f. OTROS, CUAL? \_\_\_\_\_

21. LOGRA MEJORAR EL CLIMA INTERIOR EN SU VIVIENDA?

a. TOTALMENTE  b. POCO  c. NADA 

22. HA REALIZADO ALGUNA REFACCION EN SU VIVIENDA PARA MEJORAR EL CLIMA INTERIOR?

a. SI  b. NO  c. CUAL \_\_\_\_\_

23. PIENSA REALIZAR EN UN FUTURO UNA REFACCION EN SU VIVIENDA PARA MEJORAR EL CLIMA INTERIOR?

a. SI  b. NO  c. NO SE 

## ESPACIO Y VEGETACION

24. COMO CONSIDERA QUE ES SU VIVIENDA?

a. GRANDE  b. MEDIANA  c. PEQUEÑA 

25. SU VIVIENDA TIENE PATIO?

a. SI  b. NO

## EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN AMBALEMA TOLIMA

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

MAESTRIA EN DISEÑO SOSTENIBLE

## 26. COMO ES SU PATIO?

- a. SOLO TIENE JARDIN  b. SOLO TIENE PISO  c. ESTA PARCIALMENTE CUBIERTA DE JARDIN   
 d. ESTA TECHADO Y SOLO ENTRA LUZ

## 27. TIENE USTED PLANTAS AL INTERIOR DE SU VIVIENDA?

- a. SI  b. NO

## 28. HAY ZONAS PUBLICAS O PARQUES CON VEGETACION CERCA A SU VIVIENDA?

- a. SI  b. NO

## 29. CONSIDERA QUE LA VEGETACION ES ABUNDANTE EN EL CONTEXTO DE SU VIVIENDA?

- a. SI  b. NO

## ILUMINACION Y COLOR

## 30. CUALES DE LOS SIGUIENTES AMBIENTES CONSIDERA QUE SON ILUMINADOS ADECUADAMENTE SOLO POR LA LUZ DEL DIA?

- a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR  d. ALCoba 1  e. ALCoba 2  f. BAÑO   
 g. NINGUNO  h. TODOS

## 31. CUALES DE LOS SIGUIENTES AMBIENTES CONSIDERA QUE SON OSCUROS?

- a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR  d. ALCoba 1  e. ALCoba 2  f. BAÑO   
 g. NINGUNO  h. TODOS

## 32. A PARTIR DE QUE HORA ES NECESARIO ENCENDER LAMPARAS, FOCOS, ETC EN LOS ESPACIOS MAS ILUMINADOS?

## 33 QUE TIPO DE FOCOS DE LUZ O LAMPARA USA?

- a. INCANDESCENTE  b. FLORESCENTE  c. LED  d. FOCOS AHORRADORES  e. TODOS

## ACUSTICA

## 34. EN EL INTERIOR DE SU VIVIENDA SE ESCUCHAN LOS RUIDOS DE LA CALLE?

- a. FUERTES  b. SUEVES  c. NO SE ESCUCHAN

## 35. SE ESCUCHAN LOS SONIDOS O RUIDOS ENTRE ESPACIOS DE SU VIVIENDA?

- a. FUERTES  b. SUEVES  c. NO SE ESCUCHAN

## CONFORT OLFATIVO

## 36. SIENTE USTED MALOS OLORES DESDE SU CASA DEBIDO A LA CONTAMINACION O FALTA DE VENTILACION?

- a. SI  b. NO  CUAL Y DE DONDE PROVIENE

## ENERGIA

## 37. TIENEN FUENTES DE ENERGIA DIFERENTE A LOS DE LA EMPRESA DE ENERGIA?

- a. SI  b. NO  CUAL

## 38. PROCURA HACER AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA?

- a. SI  b. NO

## 39. APROXIMADAMENTE, CUANTO CONSUME EN ENERGIA?

- a. MENOS DE \$ 10,000  b. ENTRE \$10,000 A \$20,000  c. ENTRE \$20,000 A \$40,000  d. ENTRE \$40,000 A \$80,000  e. ENTRE \$80,000 A \$100,000  f. MAS DE \$100,000



## MEDICIONES

1. HORA DE MUESTRA FECHA:
2. HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR
3. HUMEDAD RELATIVA INTERIOR
  - a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR
  - a. ALCoba 1  b. ALCoba 2  OTRAS
4. TEMPERATURA EXTERIOR
5. TEMPERATURA DEL AIRE
  - a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR
  - a. ALCoba 1  b. ALCoba 2  OTRAS
6. LUX
  - a. SALA  b. COCINA  c. COMEDOR
  - a. ALCoba 1  b. ALCoba 2  OTRAS
7. ARQUITECTURA DE LA VIVIENDA

PLANTA:

ALZADO - SECCION:

## Anexo B. Formato de encuesta, percepción y sensación de confort térmico.

EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN  
AMBALEMA TOLIMA



### ANALISIS DEL CONFORT TERMICO

1. NOMBRE Y APELLIDOS \_\_\_\_\_
2. FECHA EN LA QUE SE ESTA REALIZANDO LA ENCUESTA \_\_\_\_\_
3. HORA EN LA QUE SE ESTA REALIZANDO LA ENCUESTA \_\_\_\_\_
4. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE CADA PRENDA DE ROPA INTERIOR QUE USTED ESTE USANDO AHORA MISMO
 

<input type="checkbox"/>	ROPA INTERIOR NORMAL
<input type="checkbox"/>	CALZONCILLOS DE PIERNAS LARGAS
<input type="checkbox"/>	CAMISETAS SIN MANGAS
<input type="checkbox"/>	CAMISETA DE MANGAS CORTAS
<input type="checkbox"/>	CAMISETA DE MANGA LARGA
5. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE QUE TIPO DE CAMISA USTED ESTA USANDO AHORA MISMO
 

<input type="checkbox"/>	CAMISA O CAMISETA DE MANGA CORTA
<input type="checkbox"/>	CAMISA LIGERA, MANGAS LARGAS
<input type="checkbox"/>	CAMISA NORMAL, MANGAS LARGAS
<input type="checkbox"/>	CAMISA GRUESA, MANAS LARGAS
<input type="checkbox"/>	BLUSA LIGERA, MANGAS LARGAS
6. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE QUE TIPO DE PANTALON USTED ESTA USANDO AHORA MISMO
 

<input type="checkbox"/>	PANTALONES CORTOS
<input type="checkbox"/>	PANTALONES LIGEROS
<input type="checkbox"/>	PANTALONES NORMALES
<input type="checkbox"/>	PANTALONES GRUESOS
7. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE QUE PRENDA DE ROPA USTED ESTA USANDO AHORA MISMO
 

<input type="checkbox"/>	FALDAS LIGERAS
<input type="checkbox"/>	FALDAS GRUESAS
<input type="checkbox"/>	VESTIDOS LIGEROS, MANGA CORTAS
<input type="checkbox"/>	VESTIDO GRUESO, MANGA LARGA
<input type="checkbox"/>	OVEROL
<input type="checkbox"/>	NINGUNO DE LOS ANTERIORES

**EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN  
AMBALEMA TOLIMA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**MAESTRIA EN DISEÑO SOSTENIBLE**

**ANÁLISIS DEL CONFORT TÉRMICO**

**8. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE CADA PRENDA DE ROPA QUE USTED ESTÁ USANDO AHORA MISMO**

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | CALCETINES                     |
| <input type="checkbox"/> | CALCETINES GRUESOS, TOBILLEROS |
| <input type="checkbox"/> | CALCETINES GRUESOS, LARGOS     |
| <input type="checkbox"/> | MEDIAS DE NYLON                |
| <input type="checkbox"/> | NINGUNO DE LAS ANTERIORES      |

**9. USANDO LA SIGUIENTE LISTA, POR FAVOR SEÑALE CADA PRENDA DE ROPA QUE USTED ESTÁ USANDO AHORA MISMO**

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | ZAPATOS SUELA DELGADA |
| <input type="checkbox"/> | ZAPATOS SUELA GRUESA  |
| <input type="checkbox"/> | BOTAS                 |
| <input type="checkbox"/> | TENNIS                |

**10. SEÑALE EL NIVEL DE ACTIVIDAD Y POSICIÓN QUE TIENE AHORA MISMO**

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | ACOSTADO                     |
| <input type="checkbox"/> | SENTADO                      |
| <input type="checkbox"/> | SENTADO RELAJADO             |
| <input type="checkbox"/> | DE PIE CON ACTIVIDAD SUAVE   |
| <input type="checkbox"/> | DE PIE CON ACTIVIDAD MEDIA   |
| <input type="checkbox"/> | DE PIE CON ACTIVIDAD INTENSA |

**11. QUE SIENTE USTED EN ESTE MOMENTO**

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MUCHO FRÍO               | FRÍO                     | UN POCO DE FRÍO          | NEUTRO                   | UN POCO DE CALOR         | CALOR                    | MUCHO CALOR              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**12. USTED ENCUENTRA LA TEMPERATURA DE LA HABITACIÓN .....**

- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| AGRADABLE                | DESAGRADABLE             | MUY DESAGRADABLE         | INSOPORTABLE             |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**13. USTED EN ESTE MOMENTO LE GUTARÍA ESTAR.....**

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MUCHO MÁS FRÍO           | MÁS FRÍO                 | UN POCO MÁS FRÍO         | NEUTRO                   | UN POCO MÁS CALIDO       | MÁS CALIDO               | MUCHÍSIMO MÁS CALIDO     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

EL CONFORT TERMICO EN LA VIVIENDA COLONIAL Y VIS EN  
AMBALEMA TOLIMA



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

MAESTRIA EN DISEÑO SOSTENIBLE

ANALISIS DEL CONFORT TERMICO

14. TENIENDO EN CUENTA UNICAMENTE SUS PREFERENCIAS PERSONALES, ¿Cómo CONSIDERA USTED EL AMBIENTE TERMICO DE LA VIVIENDA AHORA MISMO?

☐

GENERALMENTE ACCEPTABLE

☐

GENERALMENTE INACEPTABLE

15. EN SU OPINION LA TEMPERATURA DE LA VIVIENDA EN UNA ESCALA DE 1 A 5 SIENDO 1 TOLERABLE Y 5 INTOLERABLE ES....

☐

1 ACCEPTABLE

☐

2

☐

3

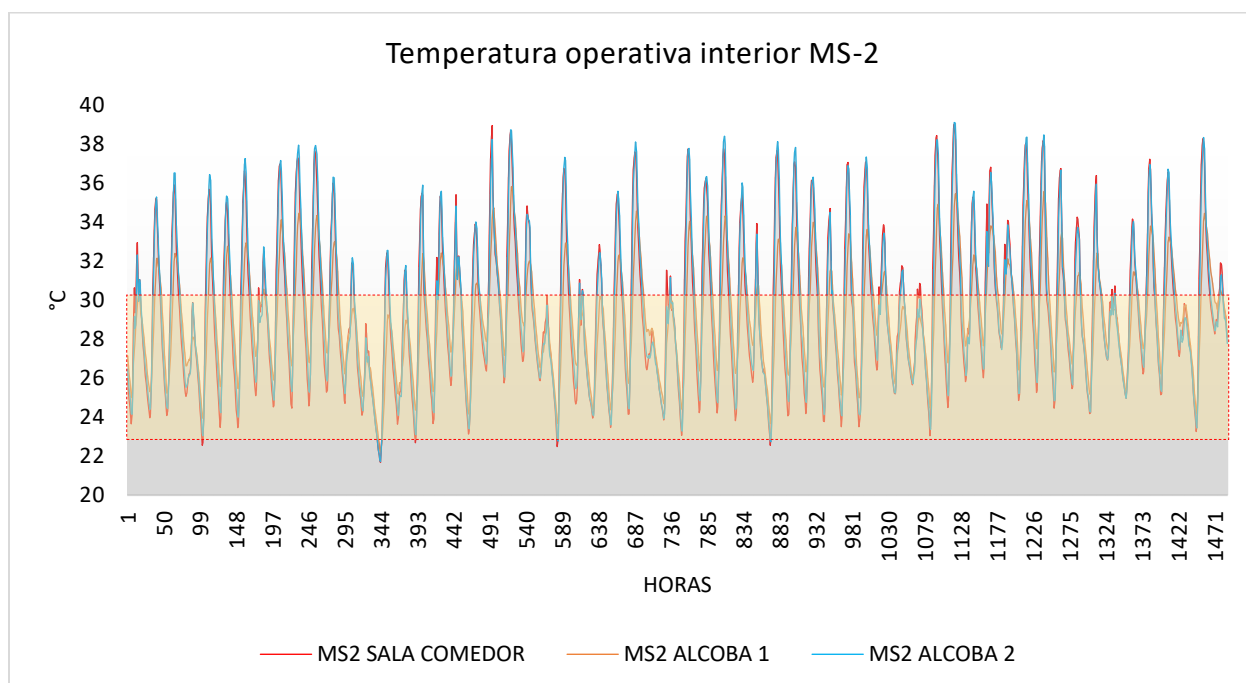
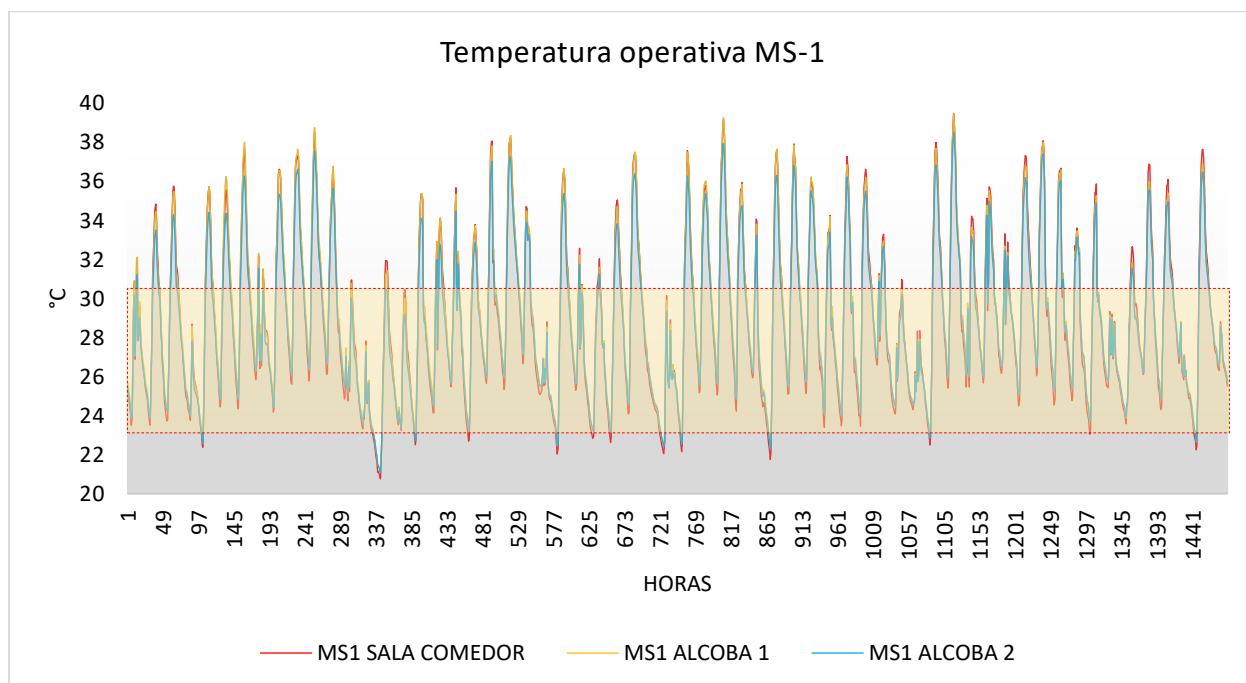
☐

4

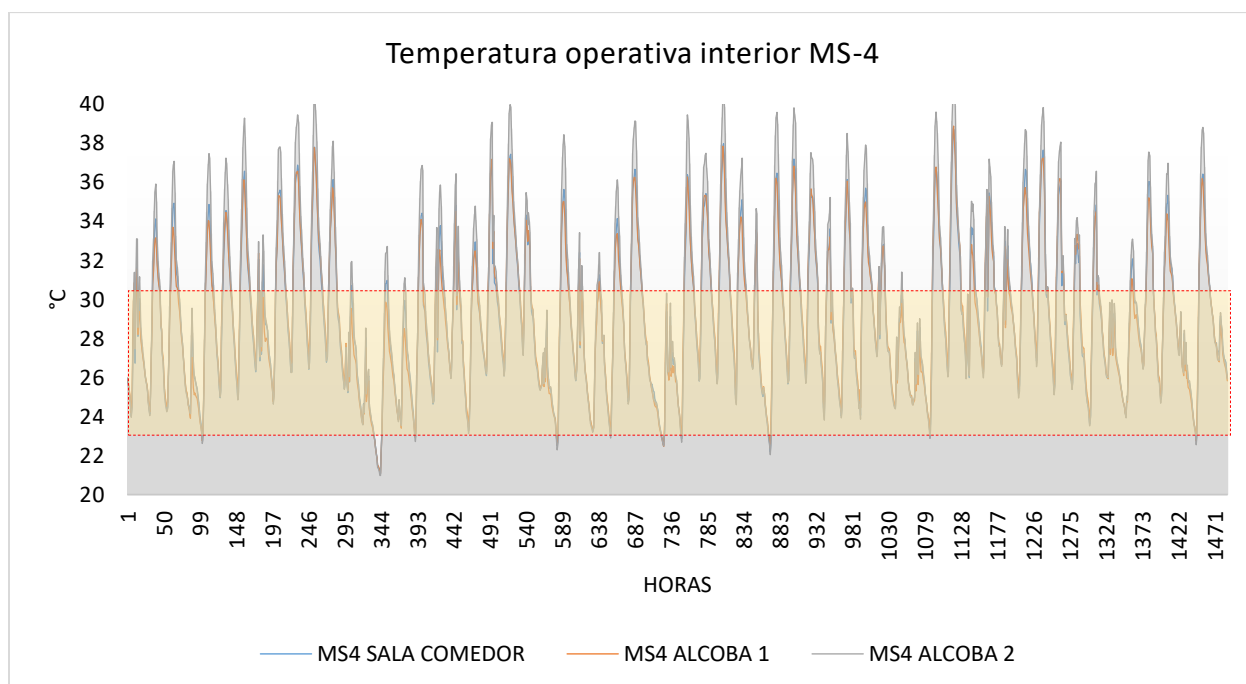
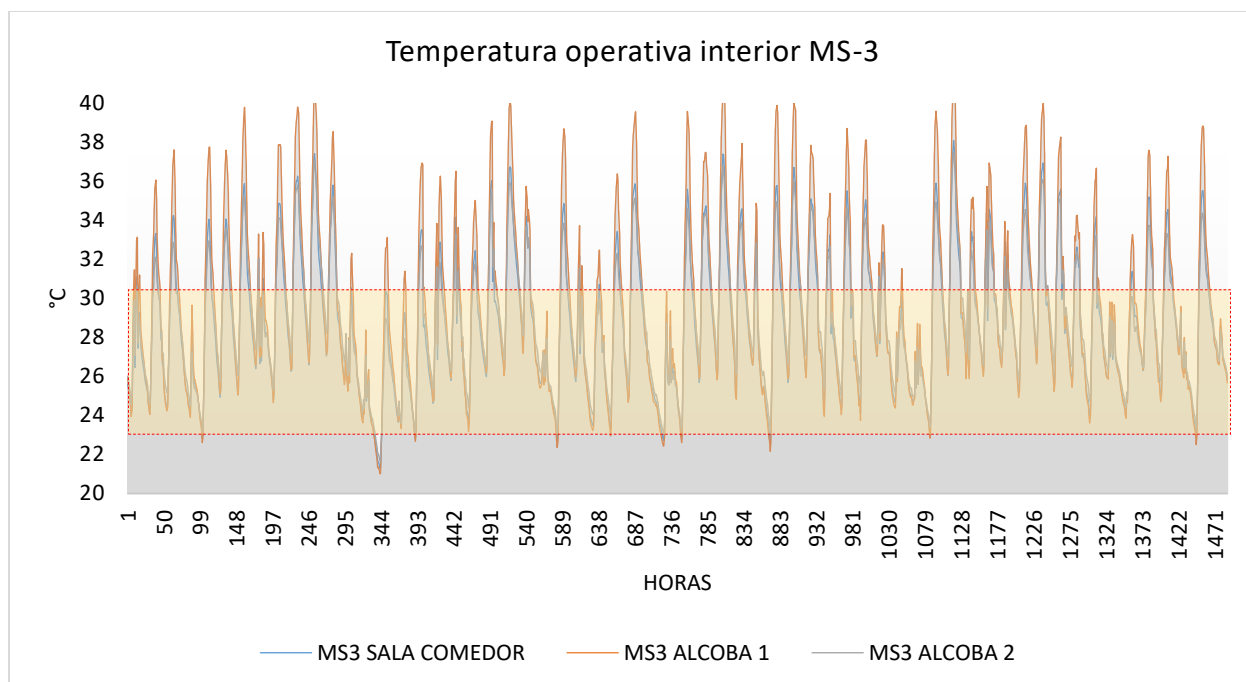
☐

5 NO ACCEPTABLE

**Anexo C. Graficas, resultados de simulaciones para temperatura operativa (To) muestras social (MS) vivienda de interes social.**







**Anexo D. Graficas, resultados de simulaciones para temperatura operativa (To) muestras tradicionales (MS) vivienda colonial.**

